

PRAKTYCZNY

ISSN 1232-2628

ELEKTRONIK

cena 2,50 zł (25000 zł)

wrzesień
nr 9 '96

Pomiar napięcia przebicia tranzystorów i diod

W poprzednim numerze przedstawiliśmy prosty układ do pomiaru wzmocnienia prądowego tranzystorów. Drugi także prosty układ pozwala na pomiar napięcia przebicia. oba te urządzenia umożliwiają pomiar podstawowych parametrów tranzystora, na podstawie których można sprawdzić, czy tranzystor jest w pełni sprawny. Pomiary takie mogą być przydatne gdy zetkniemy się z tranzystorem niepełnowartościowym, lub tranzystorem ze zmazanymi napisami, a takich nie brakuje w szufladach radioamatorów.

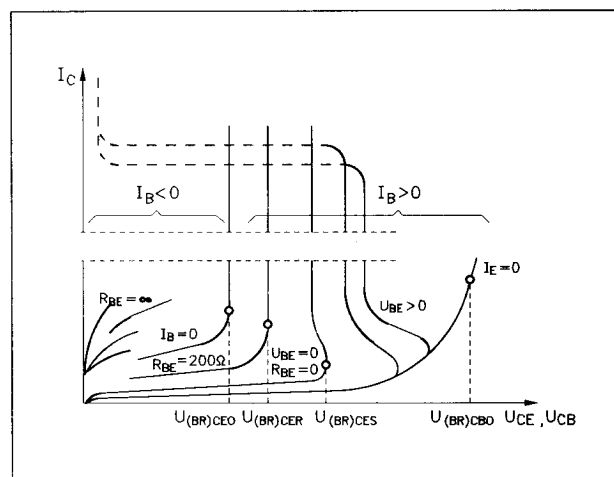
Przebiecie złącza w tranzystorze ma miejsce wtedy, gdy płynący przez to złącze w kierunku zaporowym prąd rośnie do nieskończoności. Napięcie przy którym występuje to zjawisko nazywa się napięciem przebicia U_{BR} . Taki niekontrolowany przepływ prądu prowadzi do trwałego uszkodzenia tranzystora. Zjawiskiem ograniczającym wartości napięć maksymalnych w tranzystorach bipolarnych jest najczęściej przebiecie lawinowe, lub przebiecie wtórne. Ze względu na różne konfiguracje pracy tranzystorów określa się kilka napięć przebicia:

- $U_{(BR)EB0}$ – napięcie przebicia złącza emiter-baza dla $I_C = 0$;
- $U_{(BR)CE0}$ – napięcie przebicia złącza kolektor-emiter dla $I_B = 0$;
- $U_{(BR)CER}$ – napięcie przebicia złącza kolektor-emiter przy włączonej rezystancji R_{BE} pomiędzy bazę a emiter;
- $U_{(BR)CES}$ – napięcie przebicia złącza kolektor-emiter dla $U_{BE} = 0$;
- $U_{(BR)CB0}$ – napięcie przebicia złącza kolektor-baza dla $I_E = 0$.

Napięcia przebicia przedstawiono w kolejności od najniższych do najwyższych. W większości tranzystorów napięcie przebicia złącza emiter baza wynosi ok. $5 \div 10$ V. Pozostałe napięcia mogą zawierać się w granicach $20 \div 1500$ V w zależności od typu tranzystora.

Na rysunku 1 zamieszczono charakterystyki wyjściowe tranzystora z zaznaczonymi napięciami przebicia. Napięcie przebicia w układzie wspólnego emitera $U_{(BR)CE0}$ przyjmuje najniższą wartość. Wynika

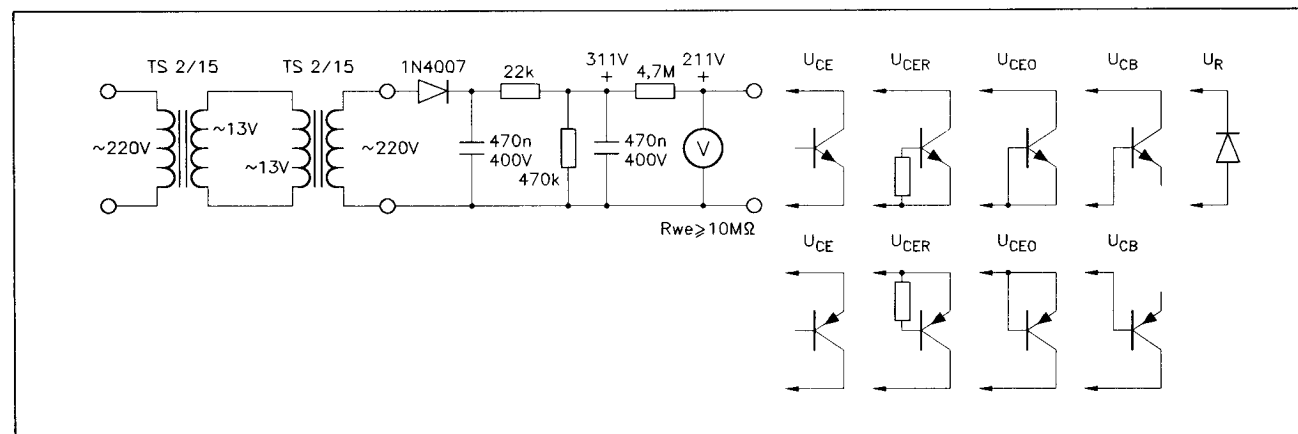
to z faktu, że prąd płynący pomiędzy kolektorem a emiterem tranzystora przy odłączonej bazie powoduje powstanie spadku napięcia na rezystancji rozproszonej bazy wewnątrz tranzystora. Na wskutek tego złącze baza-emiter zostaje spolaryzowane w kierunku przewodzenia powodując dalszy wzrost prądu w obwodzie kolektor-emiter. Włączając pomiędzy bazę a emiter rezystor bocznikujący zmniejsza się polaryzację bazy, uzyskując tym samym wyższe napięcie przebicia $U_{(BR)CER}$. Napięcie to osiąga maksimum dla rezystancji bocznikującej równej zero, czyli dla przypadku zwarcia bazy z emiterem $U_{(BR)CES}$. Najwyższe napięcie przebicia osiąga się dla złącza baza-kolektor.



Rys. 1 Charakterystyki wyjściowe tranzystora z zaznaczonymi napięciami przebicia

W katalogach najczęściej podawane jest napięcie dopuszczalne przy jakim może pracować tranzystor. Jest to napięcie przy którym wartość prądu kolektora osiąga określoną wartość. Dla tranzystorów impulsowych podaje się napięcie dopuszczalne dla pracy ciągłej i impulsowej. Napięcie dopuszczalne oznaczane jest tak samo jak napięcie przebicia z pominięciem liter (BR) np. U_{CB0} , U_{CER} .

Dokończenie tekstu na str. 10.



Rys. 2 Schemat ideowy układu do pomiaru napięć przebicia

PRAKTYCZNY ELEKTRONIK

WRZESIEŃ nr 9/96

SPIS TREŚCI

Pomiar napięcia przebicia tranzystorów i diod.....	2
Miernik pojemności – przystawka do multimetru.....	4
Metronom.....	7
Elektronika inaczej cz.8 – rezystory.....	11
Syrena policyjna.....	17
Częstościomierz analogowy.....	19
Automatyczny włącznik sterowany światłem żarówki.....	22
Uzupełnienie do artykułu pt. „Centralka domofonu”.....	27
„Znów za rok matura...”.....	27
Aparatura do zdalnego sterowania – strojenie odbiornika.....	29
Wykaz cenowy elementów w sprzedaży wysyłkowej.....	30

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym w terminie do trzech tygodni. Nie przyjmujemy zamówień telefonicznych. Koszt wysyłki wynosi: 8,00 zł (80.000 zł) bez względu na kwotę pobrania. W sprzedaży wysyłkowej dostępne są archiwalne numery „Praktycznego Elektronika”: 3/92; 1/94; 1-4/95; 5-12/95, 1-9/96. Cena jednego egzemplarza 2,50 zł (25.000 zł) plus koszty wysyłki. Kserokopie artykułów i całych numerów, których nakład został wyczerpany, wysyłamy w cenie 1,50 zł (15.000 zł) za pierwszą stronę, za każdą następną 0,20 zł (2.000 zł) plus koszty wysyłki.

Zamówienia na płytki drukowane prosimy przysyłać na kartach pocztowych, lub kartach zamówień zamieszczonych w PE 7/95, PE 8/95, PE 2/96, PE 7/96.

Wydawca — ARTKELE, Zielona Góra

Ogłoszenia i reklamy

Ogłoszenia można nadsyłać listownie na adres redakcji załączając dowód wpłaty należności za ogłoszenie na konto:
ARTKELE — WYDAWNICTWO TECHNICZNE
ul. Jaskółcza 2/5 65-001 Zielona Góra
KOMUNALNY BANK SPÓŁDZIELCZY, Zielona Góra
997283-102847-2541

Ceny:

- 1 cm² ogłoszenia ramkowego - 2,50 zł (25.000 zł) + 22% VAT (najmniejsze ogłoszenie 20 cm²)
- ogłoszenia drobne do 40 słów - 1,25 zł (12.500 zł) + 22% VAT

Redakcja nie ponosi żadnej odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń.

Adres redakcji:

„Praktyczny Elektronik”
ul. Jaskółcza 2/5
65-001 Zielona Góra
tel. niestety czasowo brak telefonu
Red. Naczelny mgr inż. Dariusz Cichoński

Artykułów nie zamówionych nie zwracamy. Zastrzegamy sobie prawo do skracania i adiustacji nadesłanych materiałów i artykułów.

Opisy układów elektronicznych i urządzeń zamieszczonych w „Praktycznym Elektroniku” mogą być wykorzystane wyłącznie dla własnych potrzeb. Wykorzystanie ich do celów zarobkowych i innych wymaga zgody autora artykułu. Przedruk całości lub fragmentów „Praktycznego Elektronika” możliwy jest po uzyskaniu zgody redakcji.

Miernik pojemności – przystawka do multimetru

Tanie multimetry nie posiadają możliwości pomiaru pojemności. Wykonanie proponowanej przystawki pozwoli na jej pomiar. Przystawka zawiera miernik pojemności, który jako wskaźnik wykorzystuje pole odczytowe multimetru. Inaczej jest to przetwornik pojemność – napięcie, który może współpracować z dowolnym woltomierzem cyfrowym 3 i 1/2 cyfry.

Dane techniczne

Zakresy pomiarowe pojemności:

200 pF, 20 nF, 2 μ F, 200 μ F, 20 mF

Dokładność pomiaru:

(200 pF – 2 μ F) – 2%

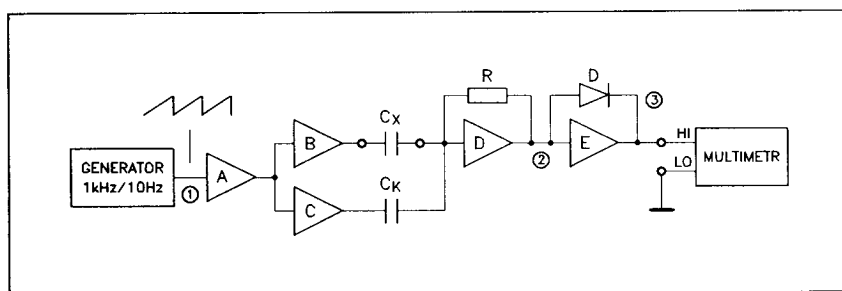
(200 μ F) – 5%

(20 mF) – 10%

Napięcie wyjściowe: 0 ÷ 2 V

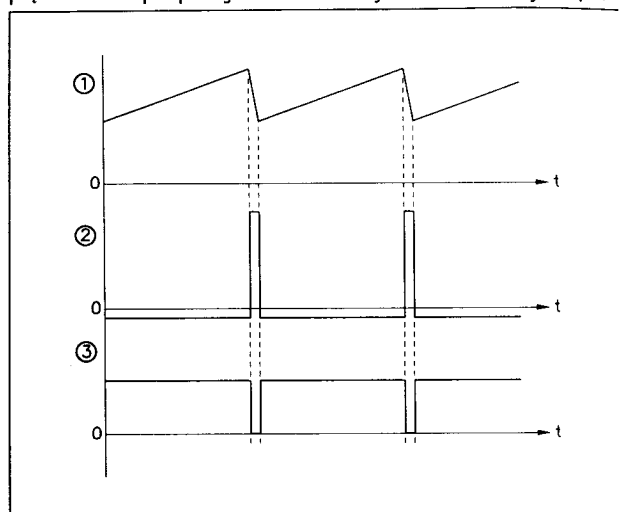
Schemat i działanie

Schemat blokowy miernika pojemności wyjaśniający jego zasadę działania pokazany jest na rys. 1.



Rys. 1 Schemat blokowy miernika pojemności

Układem sterującym miernika jest generator napięcia liniowo narastającego (piłokształtnego) o małym czasie powrotu. Generator jest odseparowany od reszty układu wtórnikami A. Wtórnik B separuje układ różniczkujący. Wtórnik odwracający C dostarcza napięcie kompensujące. Napięcie liniowo narastające podawane jest do zasadniczego członu miernika jakim jest układ różniczkujący wykorzystujący wzmacniacz operacyjny D. Mierzona pojemność C_x jest własnie włączona do układu różniczkującego. Zgodnie z jego zasadą działania, na wyjściu układu różniczkującego otrzymamy napięcie stałe proporcjonalne do szybkości zmiany napięcia liniowo narastającego.



Rys. 2 Przebiegi napięć

cego, wielkości pojemności C_x i rezystancji R.

$$U_{wy} = -C_x R (du/dt)$$

gdzie:

U_{wy} – napięcie wyjściowe układu różniczkującego,

C_x – mierzona pojemność,

R – rezystancja układu różniczkującego,

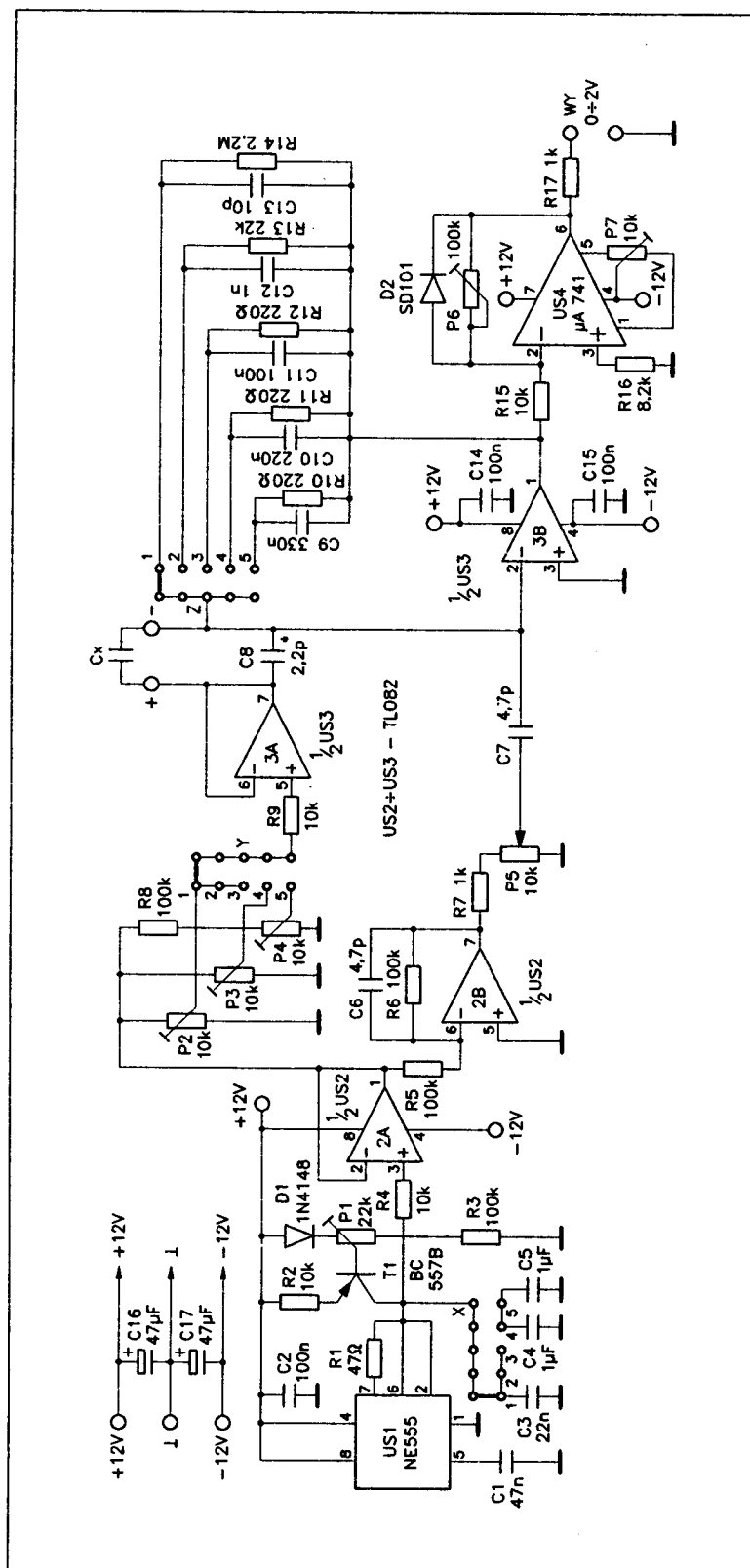
du/dt – szybkość zmiany napięcia liniowo narastającego

Przy ustalonej szybkości zmiany napięcia wejściowego i rezystancji R, wielkość napięcia wyjściowego zależy od wartości pojemności C_x . Po odpowiednim dobraniu szybkości zmiany napięcia liniowo narastającego, rezystancji R i wzmocnienia wzmacniacza wyjściowego E wartość napięcia na wyjściu układu może dokładnie odpowiadać wartości pojemności. Wskazania dołączonego multimetru będą bezpośrednio prezentowały wielkość pojemności. Charakterystyczne przebiegi napięć występujące w układzie miernika pokazano na rys. 2.

Do układu różniczkującego podawane jest napięcie liniowo narastające w fazie odwrotnej przez pojemność C_k dla skompensowania pojemności własnej zacisków pomiarowych C_x . Wzmacniacz wyjściowy jest ogranicznikiem jednostronnym dla wyeliminowania impulsów napięcia powstających na układzie różniczkującym podczas powrotu napięcia liniowo narastającego.

Na rys. 3 przedstawiony jest schemat ideowy miernika.

Generator napięcia liniowo narastającego zrealizowany jest w układzie ładowania pojemności stałym prądem. Jako układ sterujący wykorzystano układ czasowy NE555 (US1). Ładowanie pojemności C3 (zakresy 200 pF – 2 μ F) lub C4 i C5 (zakresy 200 μ F, 20 mF) odbywa się przez źródło prądowe na tranzystorze T1. Rozładowanie tych pojemności odbywa się przez wewnętrzny tranzystor US1. Prąd rozładowania jest ograniczany rezystorem R1. Na kolektorze tranzystora T1 uzyskuje się napięcie liniowo narastające o wartości międzyszczytowej około 4 V. Szybkość narastania tego napięcia (częstotliwość) regulowana jest przez wielkość prądu ładowania rezystorem nastawnym P1. Dioda D1 służy do stabilizacji termicznej prądu źródła prądowego w celu poprawy stabilności szybkości narastania, która wpływa na wynik pomiaru.



Rys. 3 Schemat ideowy miernika pojemności

Częstotliwość generatora dla zakresów 200 pF – 2 μ F wynosi 1 kHz, a dla zakresów 200 μ F i 20 mF około 10 Hz.

Napięcie liniowo narastające podawane jest do wtórnika 2A (1/2 US2) i następnie do rezystorów nastawnych regulacji amplitudy P2, P3, P4 (dokładna regulacja szybkości narastania) oraz wtórnika od-

wracającego 2B. Napięcie o wartości międzyszczytowej około 2 V dla zakresów 200 pF – 200 μ F lub około 0,2 V dla zakresu 20 mF podawane jest przez wtórnik 3A (1/2 US3) do pojemności mierzonej C_x wchodzącej w skład układu różniczkującego ze wzmacniaczem operacyjnym 3B. Do wejścia układu 3B podawane jest przez kondensator C7 napięcie liniowo narastające o przeciwnej fazie regulowane potencjometrem P5. Napięcie to służy do kompensacji pojemności własnej zacisków C_x . Pojemność C8 jest przewidziana do uzyskania symetrycznej regulacji "0".

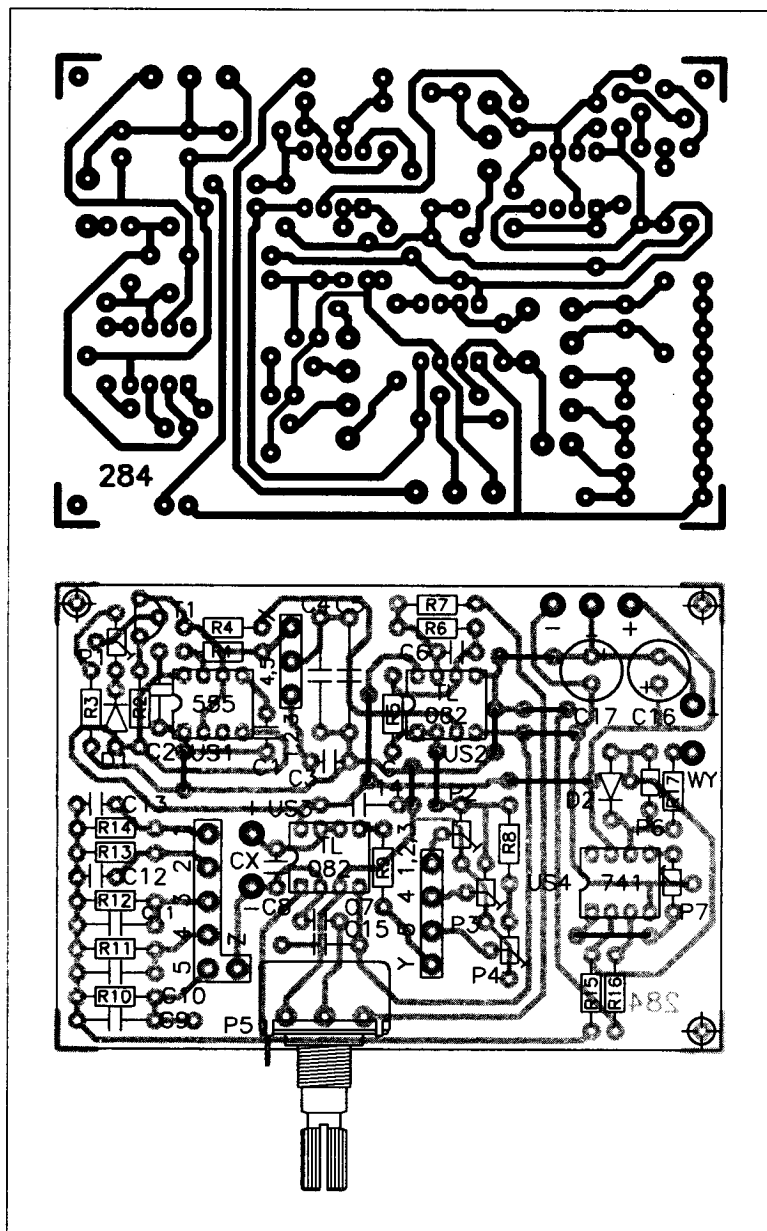
Układ różniczkujący na wzmacniaczu operacyjnym 3B (1/2 US3) wykorzystuje przełączane rezystory R11÷R14. Dla zapobieżenia wzbudzeniu się wzmacniacza równolegle do rezystorów podłączone są pojemności C9÷C13. Rezystory R12÷R14 powinny być rezystorami precyzyjnymi (1%), ponieważ regulacja P2 przeprowadzana jest dla zakresu 200 pF, a dokładność zakresów 20 nF i 2 μ F zależy od dokładności tych rezystorów. Zakresy 200 μ F i 20 mF mają oddzielną regulację odpowiednio P3 i P4.

Napięcie z wyjścia układu różniczkującego jest podawane do wzmacniacza odwracającego US4, pełniącego jednocześnie funkcję ogranicznika jednostronnego eliminującego impulsy z wyjścia układu różniczkującego odpowiadające powrotom napięcia liniowo narastającego. Wzmocnienie wzmacniacza i ostateczna wielkość napięcia wyjściowego jest regulowane rezystorem nastawnym P6. Rezystor nastawny P7 służy do ustalenia zera napięcia wyjściowego. Dzięki temu kompensuje się niesymetrię US4 i US3 (3B), który nie posiada możliwości symetryzacji. Z wyjścia wzmacniacza US4 przez rezystor R17 jest podawane napięcie na wyjście przystawki i dalej do wejścia woltomierza multimetru.

Można przystawkę wykonać wraz z woltomierzem np. na układzie ICL 7106 jako samodzielny miernik pojemności. Możliwe jest także zwiększenie liczby zakresów, ewentualnie zmiana ich rozkładu. Aktualnie przewidziane są w podziale 1 : 100. W tym celu należy użyć przełącznik o większej ilości sekcji i dodać odpowiednio dobrane rezystory i kondensatory w układzie różniczkującym.

Do zasilania układu niezbędny jest zasilacz napięcia stałego symetrycznego 12 V. Pobór prądu nie przekracza 15 mA.

Montaż i uruchomienie



Rys. 4 Płytki drukowane i rozmieszczenie elementów

Do wykonania przystawki miernika pojemności wskazane jest posiadanie przełącznika obrotowego co najmniej trójsekcyjnego, pięciopozycyjnego. Możliwe jest zastosowanie przełącznika Isostat składającego się z pięciu segmentów, zależnych, podwójnych, zamontowanych na wspólnej listwie. Na płycie drukowanej nie przewidziano miejsca pod przełącznik. Musi być on zamontowany w obudowie oddzielnie i połączony z płytą przewodami. Przewody doprowadzone do sekcji przełącznika Z należy umieścić w oplocie ekranującym. W osobnym oplocie ekranującym należy umieścić przewody doprowadzające do gniazda C_X . Opłoty ekranujące jednym końcem należy połączyć do masy układu na płycie drukowanej. Widok płytki drukowanej i rozmieszczenie elementów pokazano na rys. 4.

Montaż elementów na płycie powinien być wykonany zgodnie z ogólnie znanymi zasadami. Dodatkowo należy zmontować zasilacz napięcia symetrycznego ± 12 V korzystając z uniwersalnej płytki za-

silaczy oferowanej przez redakcję PE. Zasilacz powinien zawierać prostownik, dwa stabilizatory monolityczne oraz pojemności filtrujące. Można skorzystać ze schematu zasilaczy jakie wielokrotnie były publikowane w PE. Wymagany będzie transformator sieciowy o napięciu wtórnym $2 \times 15,5$ V i jak najmniejszej mocy (4 W).

Po sprawdzeniu poprawności montażu płytki, podłączyć przełącznik, zasilanie i można przystąpić do uruchamiania miernika. Do tego celu niezbędny będzie multimetr i oscyloskop. Przed przystąpieniem do uruchamiania wszystkie rezystory nastawne ustawić w położenie środkowe.

W pierwszej kolejności należy sprawdzić napięcia zasilające na wszystkich układach scalonych. Przełącznik zakresów ustawić na 20 mF i regulując rezystorem nastawnym P7 ustawić dokładnie 0,00 V na wyjściu miernika.

Włączyć zakres 200 pF. Oscyloskopem sprawdzić występowanie napięcia piłokształtnego o częstotliwości zbliżonej do 1 kHz na kolektorze tranzystora T1 (okres $T = 1$ ms) i wartości międzyszczytowej około 4 V. Sprawdzić występowanie napięcia piłokształtnego o wartości międzyszczytowej około 2 V na nóżce 7 US3 i o wartości międzyszczytowej 4 V lecz odwrotnej fazy na nóżce 7 US2. Podłączyć sondę oscyloskopu do nóżki 1 US2 i ustalić dokładnie okres przebiegu na 1 ms za pomocą rezystora nastawnego P1. Włączyć zakres 20 mF i sprawdzić występowanie w tym samym punkcie przebiegu o częstotliwości zbliżonej do 10 Hz.

Przełączyć ponownie na zakres 200 pF. Sondę oscyloskopu podłączyć do nóżki 7 (3A US3) i regulując rezystorem nastawnym P2 ustawić w tym punkcie przebieg o wartości międzyszczytowej $1,8 \div 2$ V.

Podłączyć do wyjścia przystawki multimetr ustawiony na zakres 2 V. Pokręcając potencjometrem P5 uzyskać zero na wyjściu miernika. Zerowanie jest istotne i działa tylko na zakresie 200 pF. Polega ono na uzyskaniu 0 jako minimum. W razie potrzeby dobrać wartość pojemności C8, aby zero wypadło w pobliżu środkowego położenia suwaka potencjometru.

Do zacisków C_X podłączyć jak najdokładniejszy ($1 \div 2\%$) kondensator o pojemności z zakresu 47 do 180 pF i regulując rezystorem nastawnym P6 uzyskać wskazanie multimetru odpowiadające liczbowo pojemności kondensatora.

Przełączając na zakresy 20 nF i 2 μ F sprawdzić poprawność wskazań przez pomiar dowolnych pojemności odpowiadających włączonemu zakresowi. Podczas tych zabiegów sprawdzać oscyloskopem brak oscylacji przebiegu na wyjściu układu różniczkującego (nóżka 1 US3). W przypadku ich występowania niezbędne jest zwiększenie wartości pojemności C9÷C13 na badanym zakresie.

Przełączyć na zakres 200 μ F. Do zacisków C_x podłączyć kondensator o pojemności 1÷2 μ F zmierzony na zakresie 2 μ F. Regulując rezystorem nastawnym P3 uzyskać takie samo wskazanie w zakresie dwóch pierwszych cyfr pojemności jak poprzednio (tym razem będą to dwie ostatnie cyfry na polu odczytowym multimetru). Podobnie na zakresie 20 mF (20000 μ F) podłączyć do zacisków C_x kondensator o pojemności 100÷200 μ F zmierzony poprzednio na zakresie 200 μ F. Regulując rezystorem nastawnym P4 uzyskać takie samo wskazanie dla dwóch pierwszych cyfr jak poprzednio. Sprawdzić poprawność pomiaru przy większych pojemnościach dla obydwu zakresów (200 μ F i 20 mF).

Wykaz elementów

US1	– NE555 (ULY7855)
US2, US3	– TL082 (B082)
US4	– μ A741 (ULY7741)
T1	– BC 557B (BC 308B)
D1	– 1N4148
D2	– SD101 (Schottki)
R1	– 47 Ω /0,125 W
R10, R11	– 220 Ω /0,125 W

R12	– 220 Ω /0,5 W 1 %
R7, R17	– 1 k Ω /0,125 W
R16	– 8,2 k Ω /0,125 W
R2, R4, R9, R15	– 10 k Ω /0,125 W
R13	– 22 k Ω /0,5 W 1 %
R3, R5, R6, R8,	– 100 k Ω /0,125 W
R14	– 2,2 M Ω /0,5 W 1 %
P2, P3, P4, P7	– 10 k Ω TVP1232
P1	– 22 k Ω TVP1232
P6	– 100 k Ω TVP1232
P5	– 10 k Ω A PR-185
C8	– 2,2 pF/50 V KCP
C6, C7	– 4,7 pF/50 V KCP
C13	– 10 pF/50 V KCP
C12	– 1 nF/50 V KCPf
C3	– 22 nF/63 V MKSE-20
C1	– 47 nF/63 V MKSE-20
C2, C11, C14, C15	– 100 nF/63 V MKSE-20
C10	– 220 nF/63 V MKSE-20
C9	– 330 nF/63 V MKSE-20
C4, C5	– 1 μ F/63 V MKSE-20
C16, C17	– 47 μ F/16 V 04/U
X, Y, Z	– przełącznik obrotowy
Płytką drukowaną nr 284	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 2,49 zł (24.900 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

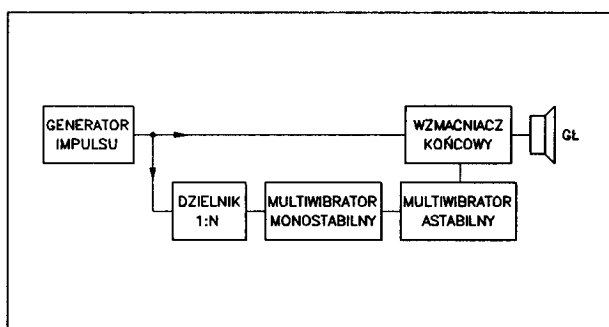
◇ R. K.

Metronom

Prawdopodobnie poczucie rytmu posiada każdy z nas. Pierwsze jego objawy pojawiają się w kołysce, gdzie grzechotka w rękę dziecka wygrywa samby i bossanowy. Gorzej jest z osobami dorosłymi, których geny odpowiedzialne za poczucie rytmu są zablokowane. Taniec czy śpiew to dla nich udręka. Najważniejsze są chęci i wytrwała praca. W pracy tej pomoże Wam metronom. Jest to urządzenie podające tempo rytmu i akcentujące wybrany takt. Szczególnie polecam go początkującym RA-PE-ROM.

Schemat blokowy metronomu przedstawia rysunek 1. Źródłem taktu jest generator impulsu (taktu) sterujący bezpośrednio wzmacniacz końcowy. Generator taktu dostarcza także impulsy do dzielnika nastawnego. Co n-ty impuls taktu wyzwala multiwibrator monostabilny. Impuls z multiwibratora astabilnego bramkuje multiwibrator astabilny. Skąd paczka impulsów kierowana jest do wzmacniacza końcowego. W efekcie otrzymuje się regularne impulsy taktu wyznaczające rytm,

a także dodatkowy dźwięk występujący co kilka taktów. Zmieniając stopień podziału dzielnika można regulować jak często w stosunku do taktu ma występować dodatkowy dźwięk.



Rys. 1 Schemat blokowy metronomu

Schemat ideowy metronomu został przedstawiony na rysunku 2. Generator impulsu zbudowany został na dwóch inwerterach (bramki A i B). Zmianę tempa "ude-

rzeń" możemy nastawić potencjometrem P1. Oznacza to zmianę czasu przerwy między kolejnymi impulsami. Ustalamy w ten sposób ilość impulsów na 1 minutę. Wartość rezystora R1 decyduje o maksymalnej częstotliwości pracy generatora. Generator został zaprojektowany w taki sposób, aby szerokość generowanego impulsu nie zależała od częstotliwości pracy. Szerokość impulsu można regulować poprzez dobór wartości rezystora R2, wpływając w ten sposób na zmianę barwy dźwięku, którą możecie dobrać zgodnie z własnym gustem. Impulsy z wyjścia generatora doprowadzone są do wejścia wzmacniacza końcowego (tranzystory T1 i T3). Każdy dodatni impuls z generatora taktu powoduje wysterowanie wzmacniacza, dając w głośniku odgłos uderzenia.

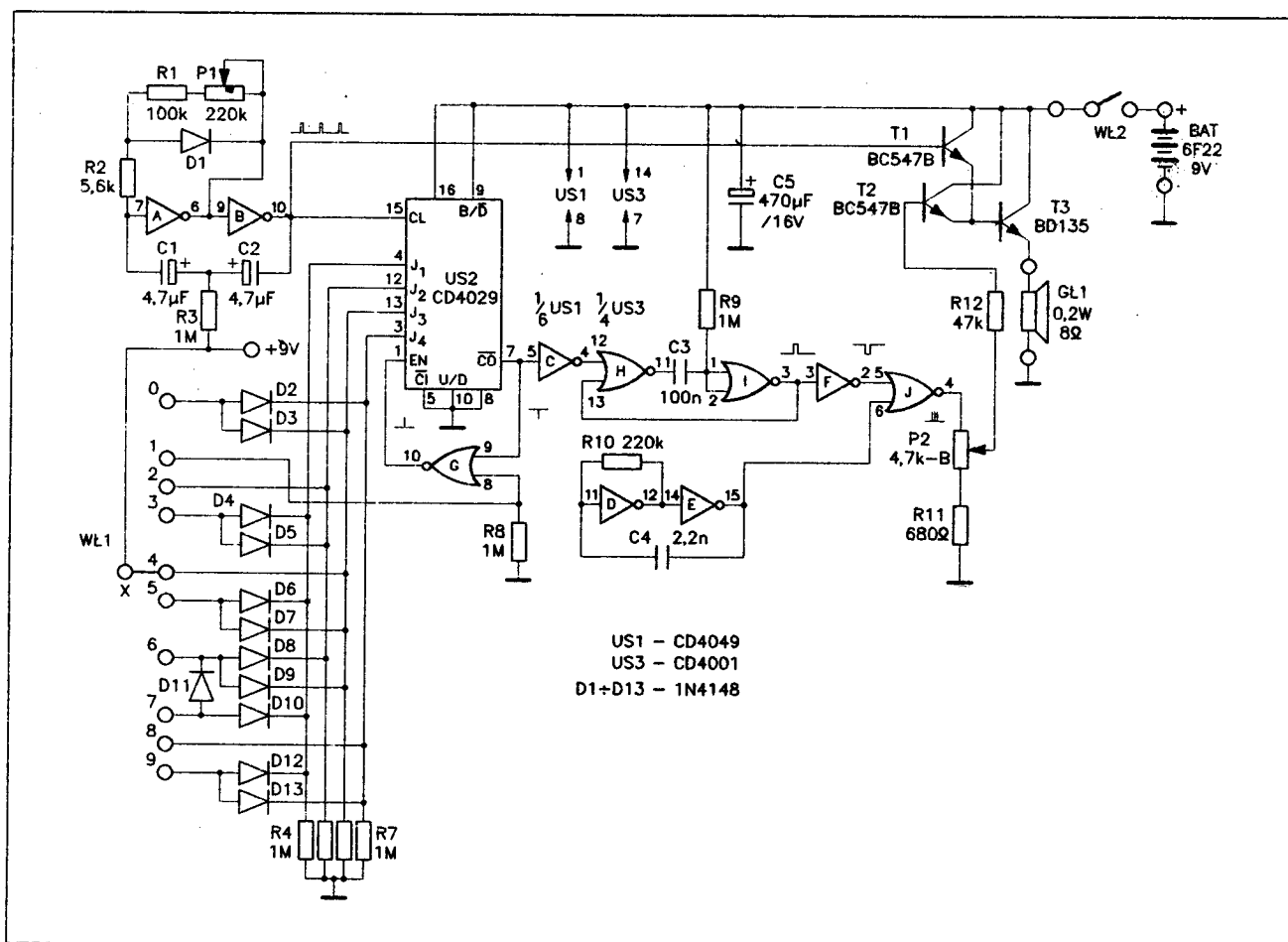
Impulsy z generatora taktu doprowadzane są także do licznika CD 4029 (US2) zliczającego binarnie do tyłu. Dodatnie zbocze impulsu doprowadzone do wejścia zegarowego licznika powoduje zmniejszenie jego zawartości o jeden. W chwili gdy licznik osiągnie stan 0000 na jego wyjściu $\overline{CO}$ pojawi się na chwilę stan niski. Spowoduje to asynchroniczne wpisanie do licznika słowa czterobitowego, doprowadzonego do wejść wpisu równoległego J1, J2, J3, J4. Wartość słowa zakodowana jest w matrycy diodowej D2÷D13 i może być zmieniana przełącznikami WŁ1. W wyniku tego co któryś takt zegara pojawia się ujemny impuls na wyjściu $\overline{CO}$. Tabela

1 przedstawia liczbę taktów przypadających na jeden impuls na wyjściu $\overline{CO}$.

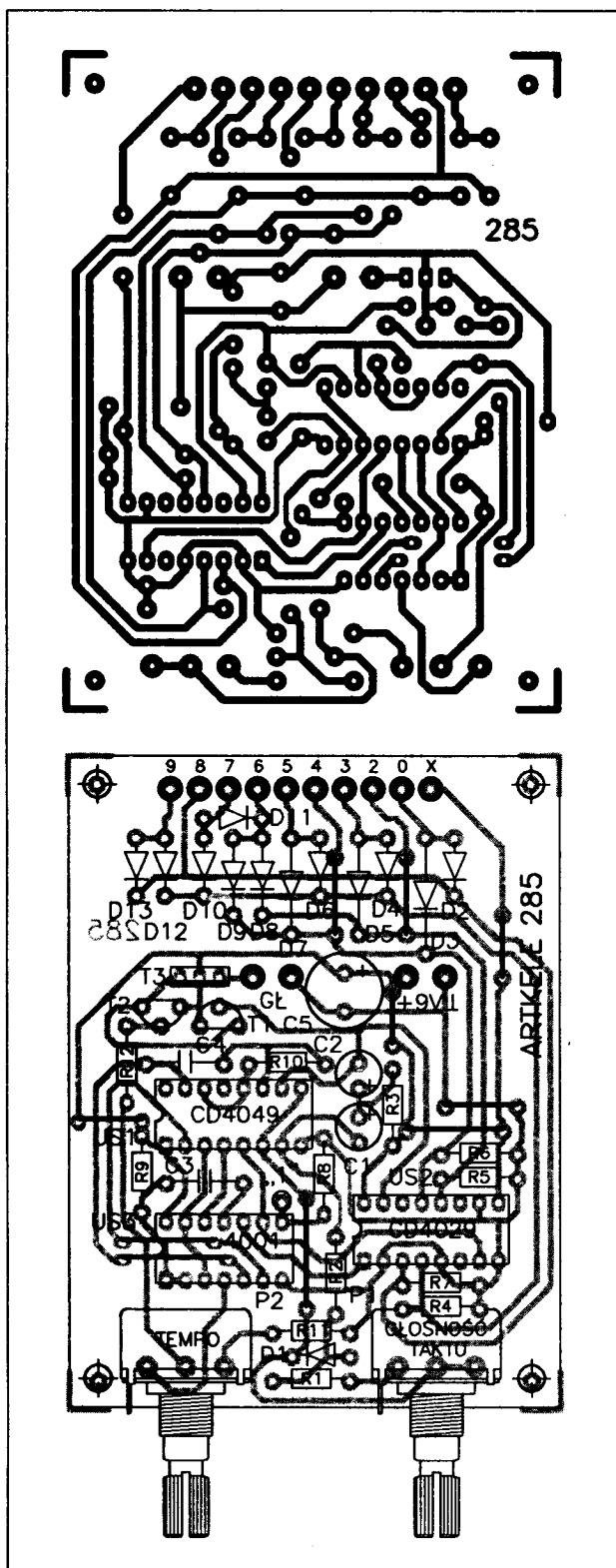
Tabela 1

Pozycja włącznika	Liczba taktów przypadająca na jeden impuls na wyjściu $\overline{CO}$
0	12
1	16
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9

Ujemny impuls z wyjścia $\overline{CO}$ licznika US2 wyzwala multiwibrator monostabilny zbudowany z bramek H, I. Czas trwania dodatniego impulsu na wyjściu bramki I zależy od stałej czasowej C3, R9. Impuls ten pojawia się równocześnie z impulsem taktu i powoduje otwarcie bramki J. Do drugiego wejścia bramki doprowadzony jest przebieg prostokątny z generatora zbudowanego na brawkach D i E. W konsekwencji na wyjściu bramki J otrzymuje się paczkę impulsów występującą, co określona liczbę taktów.



Rys. 2 Schemat blokowy metronomu



Rys. 3 Płytkę drukowaną i rozmieszczenie elementów

Z wyjścia bramki J przebieg za pośrednictwem potencjometru regulacji głośności doprowadzony zostaje do wzmacniacza T2, T3, w którym następuje sumowanie przebiegów z generatora taktu i generatora dodatkowego dźwięku. W efekcie w głośniku będzie słychać rytmiczne uderzenia, których częstotliwość można regulować potencjometrem P1, przy co któreś uderzenie będzie występować z dodatkowym dźwiękiem. Czę-

stotliwość występowania dodatkowego dźwięku można ustawiać przełącznikiem WŁ1.

Montaż i uruchomienie

Przed montażem elementów elektronicznych, pamiętać należy o zamontowaniu zworek z drutu. Rysunek 3 przedstawia mozaikę ścieżek płytki drukowanej oraz rysunek montażowy.

Potencjometry regulacji "tempa" i "wzmocnienia dodatkowego dźwięku" umieszczone zostały na płytce drukowanej. Dziesięciopozycyjny przełącznik WŁ1 umieszczony został poza płytką i połączony jest przewodami. Jeden z tych przewodów (oznaczony na płytce 1) przylutowujemy w środkowej części płytki, przy układzie US3. Pozostałe połączenia znajdują się na krawędzi płytki. Jako przełącznik można zastosować dowolny przełącznik, mający dziesięć pozycji załączania, np. typu Isostat zależny lub obrotowy.

Włącznik WŁ2 włącza lub wyłącza zasilanie i umieszczamy go w obudowie metronomu. Z płytką łączymy przewody zasilania oraz przewody głośniczka. Podany w wykazie głośnik możemy zastąpić innym głośnikiem o podobnych parametrach akustycznych. Głośnik większej mocy np. 10 W, będzie emitował dźwięki z metronomu znacznie głośniej.

Tak zmontowane urządzenie jest gotowe do pracy. Do zasilania układu możemy zastosować baterię typu 6F22 9 V lub zasilacz +9 V.

Wykaz elementów

US1	– CD4049
US2	– CD4029
US3	– CD4001
T1, T2	– BC 547B
T3	– BD 135
D1÷D13	– 1N4148
R11	– 680 Ω /0,125 W
R2	– 5,6 k Ω /0,125 W
R12	– 47 k Ω /0,125 W
R1	– 100 k Ω /0,125 W
R10	– 220 k Ω /0,125 W
R3÷R9	– 1 M Ω /0,125 W
P1	– 220 k Ω A PR 185
P2	– 4,7 k Ω B PR 185
C4	– 2,2 nF/25 V KSF-020-ZM
C3	– 100 nF/63 V MKSE-20
C1, C2	– 4,7 μ F/63 V 04/U
C5	– 470 μ /16 V 04/U
GL1	– głośnik dynamiczny YD 50-2B 8 Ω /0,2 W
WŁ1	– dziesięciopozycyjny
WŁ2	– dowolny włącznik bistabilny

płytkę drukowaną numer 285

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 2,58 zł (25.800 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

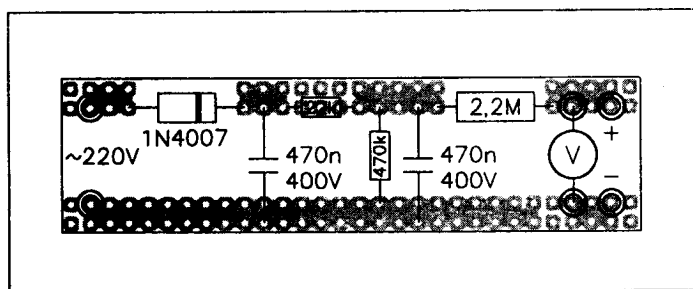
Dokończenie tekstu ze strony 2.

Proponowany przez nas układ umożliwia pomiar napięcia przebiecia w zakresie do 200 V. Aby nie dopuścić do uszkodzenia badanego tranzystora prąd płynący przez złącze jest ograniczany do bezpiecznej wartości nie przekraczającej $40 \mu\text{A}$, stąd moc tracona w badanym złączu jest niewielka ok. 2 mW, zatem nie zagraża ona tranzystorowi.

Schemat ideowy układu przedstawiono na rysunku 2. Do zasilania układu niezbędne jest napięcie rzędu 200 V. Dostarcza je transformator bezpieczeństwa zbudowany z dwóch jednakowych transformatorów małej mocy, których uzwojenia wtórne połączono ze sobą. Taki układ zapewnia na wyjściu napięcie zmienne 220 V odseparowane galwanicznie od sieci. Napięcie zmienne prostowane jest jednopółkowo przez diodę. Następnie podlega ono wygładzeniu w filtrze RC. Rezystor o wartości $470 \text{ k}\Omega$ ma za zadanie rozładowanie kondensatorów filtru po odłączeniu napięcia zasilania. Przy braku tego rezystora napięcie na kondensatorach może utrzymywać się bardzo długo i doprowadzić do nieprzyjemnego "kopnięcia" przy wymianie badanego tranzystora lub dotknięciu jednego z elementów układu.

Na kondensatorach filtru otrzymuje się napięcie stałe o wartości ok. 311 V. Za filtrem umieszczono rezystor $4,7 \text{ M}\Omega$ ograniczający prąd płynący przez badany tranzystor. Do wyjścia dołączony jest woltomierz mierzący napięcie przebiecia. Rezystancja wewnętrzna woltomierza powinna wynosić co najmniej $10 \text{ M}\Omega$. Rezystor i wraz z rezystancją wewnętrzną woltomierza tworzą dzielnik napięcia. Zatem woltomierz bez podłączonego do wyjścia tranzystora będzie wskazywał napięcie ok. 211 V.

Do zacisków wyjściowych podłącza się badany tranzystor w jednej z konfiguracji przedstawionych na rys.2. Napięcie wskazane przez woltomierz będzie napięciem przebiecia. Z powodzeniem można przyjmować, maksymalne napięcie pracy badanego tranzystora o ok. $10\div 15 \text{ V}$ niższe niż wskazane przez miernik, np. gdy zmierzone napięcie przebiecia będzie wynosiło 50 V tranzystor będzie mógł pracować przy napięciu zasilania 40 V.



Rys. 3 Płytkę drukowaną i rozmieszczenie elementów

Podobnie można badać diody prostownicze i uniwersalne w zakresie napięć przebiecia do 200 V. Natomiast przyrząd nie nadaje się do badania diod Zenera z uwagi na zbyt mały prąd zasilający diodę. Jeżeli po podłączeniu diody lub tranzystora wskazania miernika nie ulegną zmianie można uznać, że napięcie przebiecia jest wyższe niż 200 V.

Wymianę badanego tranzystora należy przeprowadzać wyłączenie przy wyłączonym napięciu zasilającym, gdy napięcie

wskazywane przez woltomierz spadnie poniżej 24 V. Nie przestrzeganie tego grozi nieprzyjemnym "kopnięciem". W trakcie pomiaru nie wolno pod żadnym pozorem dotykać żadnego z elementów układu, gdyż występują na nich wysokie napięcia.

Układ zmontowano na uniwersalnej płytce drukowanej (rys. 3). Z uwagi na wysokie napięcia i możliwość powstania przebiec na płytce drukowanej usunięto skalpelem cztery środkowe rzędy punktów lutowniczych pomiędzy górną i dolną częścią płytki, oraz pola pod diodą prostowniczą i rezystorem $4,7 \text{ M}\Omega$. W przypadku kłopotów z zakupem rezystora $4,7 \text{ M}\Omega/0,5 \text{ W}$ można zastosować dwa szeregowo połączone rezystory $2,2 \text{ M}\Omega/0,5 \text{ W}$. Należy zwrócić uwagę aby wytrzymałość napięciowa rezystorów wynosiła co najmniej 400 V.

Transformatory znajdują się poza płytką drukowaną. Typ transformatorów nie ma większego znaczenia. Można tu zastosować dwa dowolne transformatory małej mocy $2\div 10 \text{ VA}$. Należy pamiętać, aby połączyć ze sobą dwa uzwojenia wtórne. Wtedy pierwszy transformator będzie obniżał napięcie sieci, a drugi z powrotem je podwyższy. Cały układ zapewni separację galwaniczną. Można też zastosować dwa transformatory różniące się mocą i napięciami na uzwojeniach wtórnych. W takim przypadku także łączy się ze sobą uzwojenia wtórne. Napięcie wyjściowe będzie wtedy większe niż podano powyżej. Dla zachowania bezpiecznego zakresu napięć wyjściowych nie jest wskazane stosowanie transformatorów których napięcia na uzwojeniach wtórnych różnią się między sobą o więcej niż 20%. Jako pierwszy transformator (ten podłączany do sieci) wskazane jest zastosować ten którego napięcie na uzwojeniu wtórnym jest większe.

Wykaz elementów

- D1 – 1N4007 (BYP 401-1000)
- R1 – $22 \text{ k}\Omega/0,25 \text{ W}$
- R2 – $470 \text{ k}\Omega/0,5 \text{ W}$
(wytrzymałość napięciowa 500 V)
- R3 – $4,7 \text{ M}\Omega/0,5 \text{ W}$
(wytrzymałość napięciowa 500 V)
- C1, C2 – $470 \text{ nF}/400 \text{ V}$ MKSE-018-02
- TS1, TS2 – transformator sieciowy małej mocy
np. TS 2/15

płytkę drukowaną numer 050

Płytki wysyłane są za zaliczeniem pocztowym.

Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: 4,47 zł (44.700 zł) + koszty wysyłki.

Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

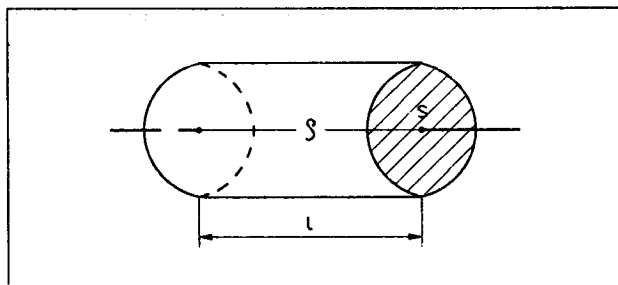
◇ mgr inż. Maciej Bartkowiak

Elektronika inaczej cz. 8 – rezystory

Po rozważaniach teoretycznych dotyczących zespołów konieczny jest "oddech" i zbliżenie do zagadnień praktycznych. W tym tekście zajmiemy się budową, właściwościami i zastosowaniem różnego rodzaju elementów rezystancyjnych. Zostaną opisane rezystory stałe i zmienne, oraz nieliniowe (termistory, warystory).

Rezystancja

Rezystancja jest podstawowym parametrem najbardziej popularnego elementu układów elektronicznych jakim jest rezystor. Popularnie nazywana bywa także opornością i odpowiednio element ją reprezentujący opornikiem. Rezystancję posiada każdy element przewodzący, nawet przewodnik. Zależy ona od właściwości materiału z jakiego wykonany jest rezystor, od powierzchni przekroju materiału rezystancyjnego i jego długości. Właściwości materiału reprezentuje parametr nazywany rezystywnością (rezystancją właściwą) i oznaczany grecką literą ρ . Ilustrację określenia rezystancji pokazuje rys. 1.



Rys. 1 Rezystancja

Wielkość rezystancji można obliczyć niżej podanym wzorem:

$$R = \rho \cdot l / s$$

gdzie: ρ – rezystywność [$\Omega \text{ m}$],

l – długość [m],

s – przekrój [m^2].

Wzór ten oczywisty jest dla tzw. rezystorów drutowych. Długość " l " oznacza wówczas długość drutu rezystancyjnego użytego do budowy rezystora, a " s " powierzchnię przekroju tego drutu. Rezystywności typowych drutów rezystancyjnych są następujące:

konstantan (Cu, Ni)	$0,48 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ m}$
nikielina (Cu, Ni, Zn)	$0,33 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ m}$
manganin (Cu, Mn, Ni)	$0,44 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ m}$
chromonikielina (Cr, Ni, Fe)	$1,06 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ m}$
kanthal (Fe, Cr, Al)	$1,4 \cdot 10^{-4} \Omega \text{ m}$

Np. rezystywność miedzi wynosi $0,168 \cdot 10^{-7} \Omega \text{ m}$.

Podane w nawiasach symbole chemiczne dotyczą materiałów użytych do wykonania materiału rezystancyjnego. Druty rezystancyjne są stopami metali i posiadają znacznie większą rezystywność od materiałów składowych. Praktycznie używa się innych jednostek rezystywności np. [$\Omega \text{ mm}^2/\text{cm}$]. Aby zamienić rezystywność podaną w [$\Omega \text{ m}$] na [$\Omega \text{ mm}^2/\text{cm}$] należy tą pierwszą pomnożyć $\times 10^4$. Otrzymana w ten sposób wielkość określa inaczej rezystancję odcinka drutu o przekroju 1 mm^2 i długości 1 cm. Poprzednia dotyczyła niespotykanego w praktyce odcinka drutu o przekroju 1 m^2 i długości 1 m.

Podany wzór jak i rezystywność odnoszą się także do innych form wykonania rezystorów (warstwowe, objętościowe). Rezystywność materiału zmienia się wraz ze zmianami temperatury powodując zmianę rezystancji wykonanego zeń rezystora. Zjawisko naskórkowości występujące przy prądach o wysokiej częstotliwości objawiające się tym, że większość prądu płynie zewnętrzną warstwą elementu przewodzącego (rezystancyjnego) powoduje wzrost rezystancji przy wysokich częstotliwościach. Inaczej można to wytłumaczyć zmniejszaniem się efektywnego przekroju elementu wraz ze wzrostem częstotliwości.

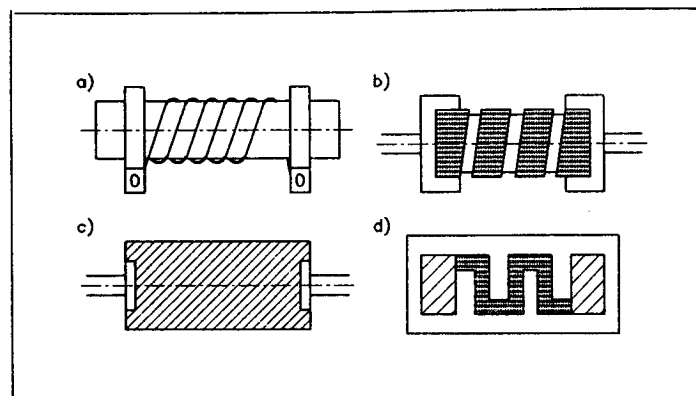
Budowa i wykonanie rezystorów stałych

Powszechność i bardzo duże ilości stosowanych rezystorów były czynnikiem wymuszającym zmniejszenie kosztów ich produkcji. W ten sposób powstały technologie wykonywania rezystorów warstwowych i objętościowych. Kolejnym krokiem są technologie rezystorów grubo i cienkowarstwowych stosowanych w układach scalonych.

Bezpośrednio z budową rezystora jest związana technologia wykonania i jego właściwości. Budowę podstawowych rodzajów rezystorów stałych pokazano na rys. 2.

Zasadniczym elementem rezystorów drutowych i warstwowych jest podłoże izolacyjne stanowiące bazę mechaniczną. Najczęściej jest to materiał ceramiczny. Jedynie rezystory objętościowe wykorzystują materiał rezystancyjny jednocześnie jako budulec utrzymujący ich strukturę mechaniczną.

Rys. 2a pokazuje budowę rezystora drutowego. Składa się on z kształtki ceramicznej (najczęściej w formie walca), na której nawinięty jest drut rezystancyjny.



Rys. 2 Budowa rezystorów

Na obu końcach kształtki znajdują się zaciski utrzymujące nawinięty drut i służące jako wyprowadzenia rezystora. Rezystor taki jest lakierowany dla zabezpieczenia drutu rezystancyjnego przed bezpośrednim oddziaływaniem środowiska. Spotyka się inne formy rezystorów drutowych np. z wyprowadzeniami drutowymi jednostronnymi lub dwustronnymi, osiowymi. Rezystory drutowe przewidziane do pracy z wysoką temperaturą pokrywane są lakierami odpornymi na działanie temperatury i wyposażane w podstawki dystansujące.

Rys. 2b przedstawia budowę typowego rezystora warstwowego. Na walcową kształtkę ceramiczną jest nanoszona lub nanoszona w inny sposób warstwa materiału rezystancyjnego. Jako materiał rezystancyjny powszechnie jest stosowany węgiel pyrolityczny (rezystory węglowe), metaliczny stop rezystancyjny (rezystory metalizowane), spieki metalowo ceramiczne (rezystory cermetowe). Uzyskiwanie różnych rezystancji jest możliwe przez stosowanie warstw o różnych grubościach lub częściej spotykane nacinanie warstwy rezystancyjnej pokazane właśnie na rysunku. Po założeniu metalowych kapturków z wyprowadzeniami drutowymi rezystor jest lakierowany i nanoszone jest jego oznaczenie za pomocą napisów lub powszechnie używanego kodu pasków kolorowych. Tego rodzaju rezystory bez wyprowadzeń drutowych stosowane są do montażu powierzchniowego (tzw. obudowa MELF).

Rys. 2c pokazuje budowę rezystora objętościowego. W materiale rezystancyjnym zostają bezpośrednio zatopione wyprowadzenia. Określenie rezystancji jest realizowane przez dobór składu substancji z jakiej wykonywany jest rezystor. Zasadniczym składnikiem jest węgiel, zmieszany z tzw. lepiszczem (żywicą).

Rezystor pokazany na rys. 2d jest rezystorem warstwowym wykonanym w formie tzw. meandru naniesionego na podłożu izolacyjnym. W przypadku układów grubowarstwowych rezystory nanosi się techniką sitodruku (pasta rezystancyjna), a w układach cienkowarstwowych metodą napyłania próżniowego. Na końcach meandru znajdują się powierzchnie przewodzące służące np. do podłączenia wyprowadzeń. Technika ta jest wykorzystywana przy produkcji tzw. drabinek rezystancyjnych tzn. kilku rezystorów połączonych najczęściej jednym wyprowadzeniem. Drabinki rezystancyjne są powszechnie stosowane w technice mikroprocesorowej.

Aktualnie powszechne zastosowanie znalazły rezystory przewidziane do montażu powierzchniowego. Są to rezystory warstwowe, płaskie o budowie podobnej do przedstawionej na rys. 2d. Metalizowane powierzchnie końcowe tych rezystorów są wykorzystywane do bezpośredniego ich lutowania do płytki drukowanej. Najczęściej wykonywane są techniką sitodruku na podłożu ceramicznym, a dokładne ustalenie wartości rezystancji realizowane jest przez nacinanie warstwy rezystancyjnej promieniem laserowym. Warstwa rezystancyjna pokrywana jest lakierem zabezpieczającym.

Parametry rezystorów stałych

Oczywiste, że podstawowym parametrem jest rezystancja R . *Rezystancja znamionowa* to rezystancja określona przez producenta i podana w oznaczeniu rezystora. Dokładna rezystancja jaką posiada rezystor nazywana jest *rezystancją rzeczywistą*. Różnica między wartościami rzeczywistą i znamionową nie przekracza wartości wynikającej z tzw. tolerancji rezystora. *Tolerancja rezystora* jest to wyrażony w % stosunek maksymalnej odchyłki rezystancji rzeczywistej od rezystancji znamionowej, do rezystancji znamionowej.

Wartości rezystancji znamionowej są znormalizowane i tworzą ciągi liczb określone tzw. szeregami E6, E12, E24 itd. Liczby 6, 12, 24 określają ilość wartości rezystancji zawartych w dekadzie np. od 10 do 100 Ω . Z każdym szeregiem jest związana tolerancja, która umożliwia pełne pokrycie zakresu możliwych rezystancji tzn. można wybrać dowolną wartość rezystancji korzystając z większej ilości różnych rezystorów z jednego szeregu. Tolerancji 20% odpowiada szereg E6, 10% szereg E12, a 5% szereg E24. Każdy wyższy szereg zawiera wartości z szeregu niższego.

E6 (20%) 10, 15, 22, 33, 47, 68

E12 (10%) 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33,
39, 47, 56, 68, 82

E24 (5%) 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20,
22, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 43,
47, 51, 56, 62, 68, 75, 82, 91

Szeregi wyższe od podanych to szeregi 2%, 1%, 0,5% służące do oznaczania tzw. rezystorów precyzyjnych. Należy wspomnieć, że ograniczony jest zakres możliwych rezystancji, zależny od typu rezystora i mocy znamionowej, określony przez producenta. Np. popularne rezystory węglowe RWW o mocy 0,25 W posiadają możliwe wielkości rezystancji od 9,1 Ω do 1,5 M Ω , a o mocy 0,5 W od 10 Ω do 4,7 M Ω .

Moc znamionowa jest to maksymalna moc jaka może być wydzielona w postaci ciepła przez rezystor. Jest ona określana przez producenta i wynika z oznaczenia lub wymiarów zewnętrznych rezystora. Wartości mocy znamionowej są także znormalizowane. Odpowiedni szereg posiada następujące wartości: 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2 W itd. Moc znamionowa powszechnie stosowanych rezystorów do montażu powierzchniowego w obudowie 1206 (3,2×1,6 mm) wynosi 0,1 W. Moc znamionową określa się po ustaleniu dopuszczalnej temperatury pracy rezystora. Temperatura ta zależy od budowy rezystora i materiału warstwy rezystancyjnej. Wzrost temperatury środowiska w jakim pracuje rezystor powoduje konieczność zmniejszenia dopuszczalnej mocy wydzielanej w rezystorze poniżej mocy znamionowej. Moc wydzieloną w rezystorze można obliczyć po zmierzeniu napięcia na jego zaciskach korzystając z przytoczonego niżej wzoru.

$$P = U^2/R$$

Przekroczenie mocy znamionowej może spowodować uszkodzenie rezystora.

Napięcie graniczne jest to największa wartość napięcia jakie może być podłączone do wyprowadzeń rezystora nie powodując przebicia między nimi. Wartość napięcia granicznego określana przez producenta zależy od budowy, a głównie od odległości między wyprowadzeniami i właściwości lakieru izolacyjnego. Przykładowo dla większości rezystorów o mocy znamionowej 0,125 W napięcie graniczne wynosi 150 V, a dla rezystorów o mocy 1 W wynosi 500 V.

Rezystancja krytyczna wynika z napięcia granicznego i mocy znamionowej:

$$R_{kr} = U_{gr}^2/P$$

Rezystory o rezystancji znamionowej większej od rezystancji krytycznej nie mogą być obciążone mocą znamionową lecz jedynie mocą wynikającą z wartości napięcia granicznego:

$$P < U_{gr}^2/R$$

Tak więc po przekroczeniu rezystancji krytycznej ze wzrostem rezystancji maleje dopuszczalna moc wydzielana w rezystorze.

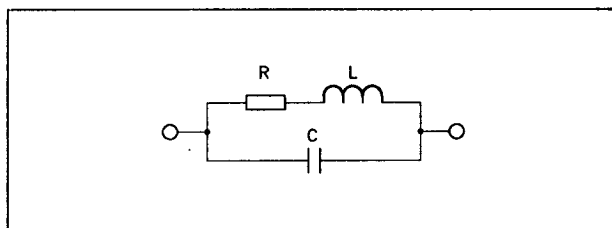
Kolejny parametr dotyczy wpływu temperatury na rezystancję rezystora i nazywany jest termicznym współczynnikiem rezystancji, w skrócie TWR.

$$TWR = \Delta R / (R \Delta T) [10^{-6}/^{\circ}\text{C}]$$

Współczynnik ten dla przeciętnych rezystorów węglowych jest rzędu $-10^{-3}/^{\circ}\text{C}$, a dla rezystorów precyzyjnych mniejszy od $50 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. TWR ujemny posiadają rezystory, których rezystancja maleje ze wzrostem temperatury. TWR dodatni oznacza wzrost rezystancji rezystora ze wzrostem temperatury.

Szumy rezystora określane są współczynnikiem przedstawiającym stosunek wartości skutecznej napięcia szumów do przyłożonego napięcia stałego, wyrażanym w $[\mu\text{V}/\text{V}]$. Dla rezystorów warstwowych węglowych są mniejsze od $6 \mu\text{V}/\text{V}$. Najmniejsze szumy osiągają rezystory drutowe i precyzyjne metalizowane (poniżej $0,05 \mu\text{V}/\text{V}$). Należy nadmienić, że dotyczy to dodatkowych szumów wynikających z właściwości materiałów rezystancyjnych i niedoskonałości wykonania rezystorów, które jednak w niektórych przypadkach mogą przekroczyć przypisane rezystorom szumy termiczne. Szumy te można znacznie zredukować po wyeliminowaniu przepływu prądu stałego przez rezystor.

Z fizycznej budowy rezystora wynikają jego parametry szcztątkowe tzn. indukcyjność i pojemność. Największą indukcyjność posiadają rezystory drutowe, a najmniejszą rezystory objętościowe i warstwowe bez nacinanej warstwy rezystancyjnej. Po uwzględnieniu parametrów szcztątkowych można sporządzić zastępczy schemat rezystora pokazany na rys. 3.

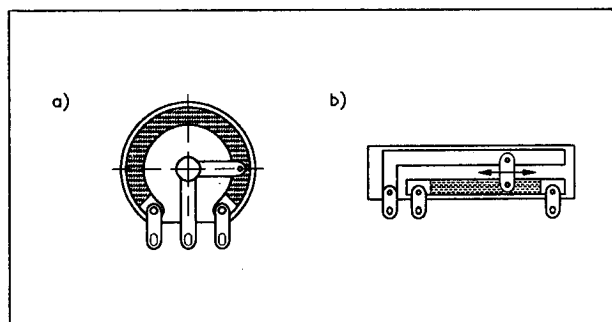


Rys. 3 Schemat zastępczy rezystora

Pojemność rezystora wynika z obecności wyprowadzeń i kapturków służących do mocowania wyprowadzeń.

Budowa rezystorów zmiennych

Rezystory zmiennie, a także rezystory nastawne wykonywane są jako rezystory warstwowe płaskie. Powszechnie stosowaną techniką przy ich wykonywaniu jest technika sitodruku. Oczywiście wykonywane są także drutowe rezystory zmiennie, jednak aktualnie stanowią one margines. Uproszczoną budowę rezystorów zmiennych przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4 Budowa rezystorów zmiennych

Stosowane są dwa rozwiązania: z rys. 4a obrotowy i z rys. 4b liniowy nazywany popularnie suwakowym. Element rezystancyjny rezystora obrotowego wykonany jest w formie podkowy, na której końcach zamontowane są wyprowadzenia. Trzecie wyprowadzenie umożliwiające zmianę rezystancji przez zmianę położenia to tzw. suwak poruszany obrotowo przez oś rezystora i posiadający kontakt z elementem rezystancyjnym. Z uwagi na często stosowane podłączenie potencjometryczne rezystory zmiennie powszechnie nazywane są potencjometrami.

Rezystor liniowy (suwakowy) posiada element rezystancyjny prosty. Równoległe do niego umieszczony jest tzw. ślizgacz służący do połączenia z poruszającym się prostoliniowo suwakiem. Rezystory zmiennie są obudowane dla zmniejszenia oddziaływania środowiska. w wykonaniach specjalnych nawet są umieszczane w obudowach hermetycznych.

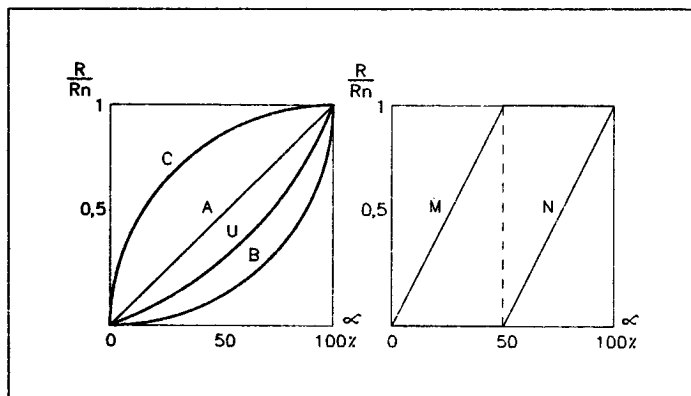
Rezystory nastawne mają zazwyczaj budowę uproszczoną i nie są obudowane. O ile poprzednie przewidywane są dla bardzo dużej liczby zmian położenia suwaka, to te przewidziane są dla bardzo małej liczby.

Jako materiał izolacyjny rezystorów zmiennych używany jest najczęściej papier bakelizowany lub laminat szklano-epoksydowy, stosowane także do produkcji płytek drukowanych. Jedynie dla rezystorów precyzyjnych i stabilnych stosuje się podłoża ceramiczne.

Często dwa potencjometry montowane są w jednej obudowie a ich suwaki poruszają się współbieżnie napędzane jedną osią. Potencjometry takie nazywane są sprzężonymi lub stereofonicznymi i stosowane w sprzęcie stereofonicznym do jednoczesnych regulacji w obu kanałach. Do zastosowań specjalnych sprzęga się większe ilości potencjometrów.

Właściwości i parametry rezystorów zmiennych

Podstawowym parametrem jest rezystancja znamionowa. Tolerancje rezystancji znamionowych są duże i wynoszą przeciętnie 20÷30%. Tolerancja 20% dotyczy najczęściej np. potencjometrów o wartościach rezystancji do 220÷470 kΩ (zależnie od typu), a tolerancja 30% potencjometrów o rezystancjach powyżej podanej granicy. W związku z tym produkowane są potencjometry o rezystancjach znamionowych w/g szeregu E6 – 20%. Ograniczony jest zakres możliwych do uzyskania wartości rezystancji. Dla popularnych potencjometrów typu PR-185 o charakterystyce rezystancji A (liniowej) wynosi od 100 Ω do 2 MΩ. Stosowane powszechnie rezystory nastawne TVP są wykonywane o rezystancjach od 100 Ω do 1 MΩ.



Rys. 5 Charakterystyki rezystancji potencjometrów

W związku ze specyficznymi potrzebami użytkowników są wykonywane potencjometry o różnych charakterystykach zmian rezystancji w funkcji zmian położenia suwaka. Najbardziej popularne są potencjometry o charakterystyce liniowej oznaczanej literą A. Wartość rezystancji między suwakiem a wyprowadzeniem początkowym zmienia się proporcjonalnie do położenia suwaka oznaczanego jako α . Powszechnie do regulacji siły głosu używane są potencjometry o charakterystyce wykładniczej B. Wartość rezystancji między suwakiem a wyprowadzeniem początkowym zmienia się przy małych α nieznacznie (małe nachylenie wykresu), natomiast przy dużych α zmiany rezystancji znacznie wzrastają (duże nachylenie). W sprzęcie produkcji japońskiej oznaczenia te są akurat odwrotne. Stosowane są potencjometry o charakterystyce logarytmicznej C (odwrotna do wykładniczej) i tzw. diodowej U. Te ostatnie używane są do przestrajania obwodów z warikapami (diodami pojemnościowymi). Do regulacji równoważenia kanałów (balansu) w sprzęcie stereofonicznym używane są spe-

cialne potencjometry sprzężone (o wspólnej osi) o charakterystykach M N. W części potencjometru o charakterystyce M rezystancja zmienia się liniowo w zakresie odpowiadającym połowie obrotu, powyżej połowy środek potencjometru jest połączony ścieżką przewodzącą z wyprowadzeniem końcowym. Część potencjometru N ma charakterystykę odwrotną. Zastosowanie takiego potencjometru do regulacji równoważenia kanałów zamiast potencjometru o charakterystyce A daje zmniejszenie tłumienia sygnału w położeniu środkowym o 6 dB i poprawia charakterystykę zmian sygnału. Wszystkie te charakterystyki pokazane są na rys. 5.

Dla potencjometrów stereofonicznych określa się stopień rozbieżności charakterystyk obu potencjometrów składowych. Zawiera się on w granicach 3 dB dla bardzo dobrych potencjometrów i jest rzędu 6÷10 dB dla potencjometrów przeciętnej jakości. Potencjometry nastawne wykonywane są jedynie z charakterystykami liniowymi.

Kolejnym parametrem jest moc znamionowa określona tak samo jak dla rezystorów stałych. Dla potencjometrów PR-185 o charakterystyce A wynosi 0,2 W, a o charakterystyce B 0,1 W. Moc znamionowa potencjometrów nastawnych (TVP) wynosi 0,1 W.

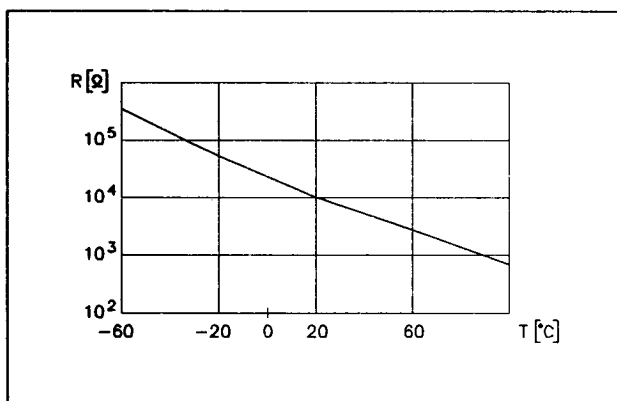
Napięcie graniczne potencjometrów jest także określone tak samo jak dla rezystorów stałych. Zależy głównie od wymiarów potencjometru. Dla potencjometrów PR-185 o charakterystyce A wynosi 250 V, a o charakterystyce B 200 V. Dla rezystorów nastawnych TVP wynosi 150 V. Przy pracy potencjometrów w układach wysokonapięciowych istotne jest także napięcie przebicia między warstwą rezystancyjną, suwakiem, a obudową potencjometru, która najczęściej jest łączona do masy układu. Korzystnymi właściwościami w tej sytuacji odznaczają się potencjometry w obudowach z tworzyw sztucznych wyposażone także w oszłonki z tworzywa sztucznego.

Szumy potencjometrów nie są precyzowane jako oddzielny parametr. Wskutek niedoskonałości kontaktu suwaka z warstwą rezystancyjną są większe jak dla rezystorów stałych. Aby zmniejszyć wpływ tego kontaktu należy unikać przepływu prądu stałego w obwodzie suwaka potencjometru. We wzmacniaczu m.cz. można to uzyskać przez włączenie szeregowo z suwakiem kondensatora.

Termistory

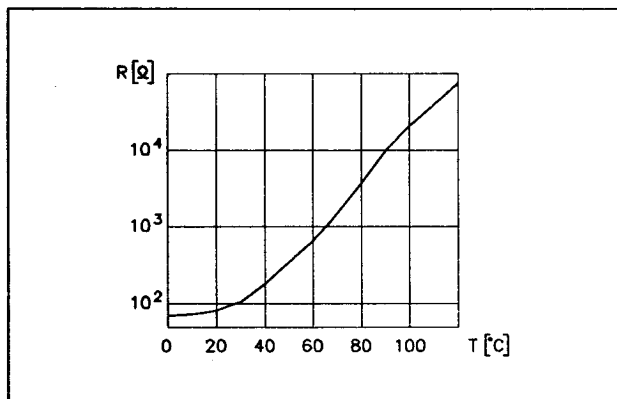
Termistory zaliczane do grupy elementów rezystancyjnych są właściwie elementami półprzewodnikowymi. Charakteryzują się dużymi zmianami rezystancji w funkcji temperatury. W zależności od przebiegu charakterystyki zmian rezystancji można podzielić je na trzy grupy:

- NTC (Negative Temperature Coefficient) o ujemnym temperaturowym współczynniku rezystancji, który typowo wynosi $-(2 \div 8)\%/^{\circ}\text{C}$. Charakterystyka przykładowego termistora NTC pokazana jest na rys. 6. Oś rezystancji R przedstawiona jest na wykresie w skali logarytmicznej ze względu na szeroki zakres zmian rezystancji.



Rys. 6 Charakterystyka rezystancyjno-temperaturowa termistora NTC

- PTC (Positive Temperature Coefficient) o dodatnim temperaturowym współczynniku rezystancji, który zawiera się w przedziale $(5 \div 70)\%/^{\circ}\text{C}$. Charakterystyka przykładowego termistora PTC przedstawiona jest na rys. 7.



Rys. 7 Charakterystyka rezystancyjno-temperaturowa termistora PTC

- CTR (Critical Temperature Resistor) o skokowej zmianie rezystancji w wąskim przedziale zmian temperatury.

Termistory wykonywane są ze sproszkowanych tlenków różnych materiałów, które miesza się razem w odpowiednich proporcjach, prasuje w formie tabletki lub wałka i następnie spieka w wysokiej temperaturze. Na końcach termistora nanosi się lakier przewodzący do którego następnie lutuje się doprowadzenia. Ostateczna postać termistora zależy od przewidywanego zastosowania. Obszar zastosowań można podzielić na dwie grupy: pierwsza dotyczy termistorów reagujących na ciepło otoczenia i druga to termistory samonagrzewa-

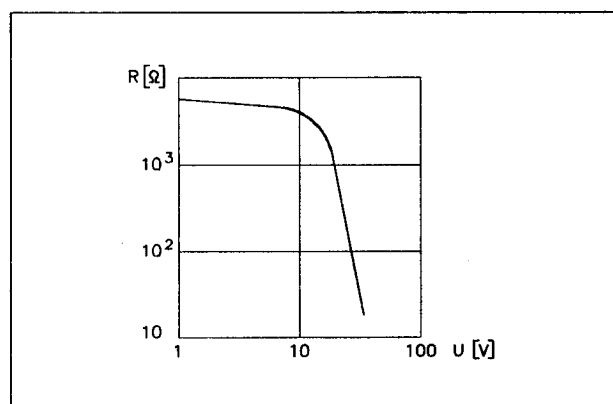
jące się płynącym przez nie prądem. Podstawowe zastosowania to: czujnik przy pomiarze temperatury, element stabilizujący termicznie punkt pracy, element obwodu regulujący płynący w nim prąd przez samonagrzewanie, bezpiecznik termiczny.

Odrębną grupę stanowią termistory podgrzewane pośrednio. Zawierają one w jednej obudowie grzejnik i termistor. Płynący przez grzejnik prąd powoduje zmianę temperatury i w efekcie rezystancji termistora. Wykorzystywane są przy dokładnych pomiarach mocy prądu wielkiej częstotliwości.

Podstawowym parametrem termistora jest rezystancja znamionowa podawana dla temperatury 25°C . Kolejnym jest współczynnik temperaturowy rezystancji oznaczany literami α_R i wyrażany w $[\%/^{\circ}\text{C}]$. Dla termistorów samonagrzewających się podawana jest *maksymalna moc wydzielana* P_{max} i *współczynnik strat cieplnych* K , określający zależność przyrostu temperatury termistora od wydzielanej w nim mocy. Przy zmianach warunków pracy termistora wykazuje się on pewną bezwzględnością określaną *cieplną statą czasu* τ . Wartość jej zależy od objętości i powierzchni termistora oraz kontaktu termicznego z otoczeniem. Podaje się także maksymalną temperaturę pracy termistora T_{max} i maksymalne napięcie odpowiadające napięciu granicznemu rezystorów. Dla termistorów CTR podawana jest temperatura krytyczna i wielkość skoku rezystancji.

Warystory

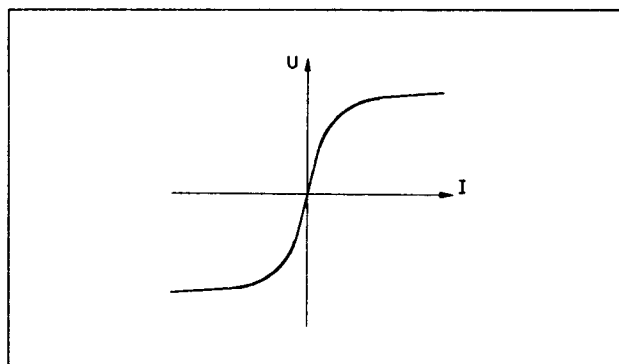
Są elementami półprzewodnikowymi, których rezystancja silnie zależy od przyłożonego napięcia. Wzrost przykładanego napięcia powoduje malenie rezystancji warystora, początkowo niewielkie, wzrastające po przekroczeniu tzw. napięcia charakterystycznego. Charakterystykę zmian rezystancji przykładowego warystora pokazano na rys. 8.



Rys. 8 Charakterystyka rezystancyjno-napięciowa warystora

Wytwarzane są podobnie jak termistory w formie spieków sprasowanej mieszaniny tlenków odpowiednich substancji. Przyjmują najczęściej postać wałka zbliżoną do rezystorów warstwowych lub postać pastylki z wyprowadzeniami przylutowanymi do bocznych powierzchni płaskich.

Interesujący przebieg ma charakterystyka napięciowo – prądowa warystora. Jest ona nieliniowa lecz symetryczna. Pokazana jest na rys. 9.



Rys. 9 Charakterystyka napięciowo-prądowa warystora

Z przebiegu tej charakterystyki narzuca się zastosowanie warystora do stabilizacji lub ograniczania napięć stałych, czy zmiennych.

Podstawowymi parametrami są *napięcie charakterystyczne* i *współczynnik nieliniowości*. Napięcie charakterystyczne określane jest jako napięcie warystora przy określonym prądzie (najczęściej 1 lub 10 mA) podawane w postaci pary liczb np. 150/1 oznacza napięcie charakterystyczne 150 V przy prądzie 1 mA. Spotyka się napięcia charakterystyczne w przedziale od kilku V do kilku kV. Podawana jest także tolerancja napięcia charakterystycznego, która najczęściej wynosi 20%.

Współczynnik nieliniowości służy do opisu charakterystyki napięciowo – prądowej warystora w formie wzoru i wynosi od 0,1 do 0,5. W katalogach często podaje się zakres możliwych dla danego typu warystora współczynników nieliniowości. Kolejnym parametrem jest moc znamionowa, która nie przekracza kilku W.

Oznaczenie warystora zawiera najczęściej wszystkie te trzy parametry np. WD-150/1-0,18-0,5 to oznaczenie warystora o napięciu charakterystycznym 150 V, współczynniku nieliniowości 0,18 i mocy znamionowej 0,5 W.

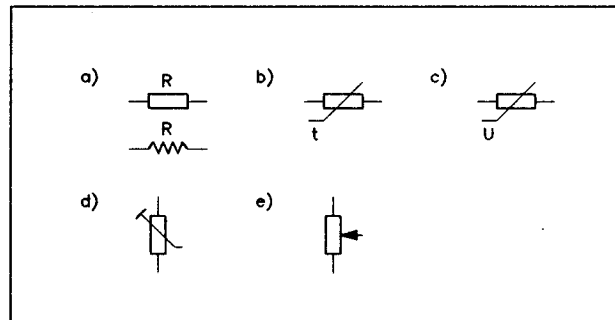
Stosowanie rezystorów w układzie elektronicznym

Zacniemy od symboli elementów rezystancyjnych jakimi są one prezentowane na schematach ideowych. Oznaczenia schematowe tych elementów przedstawiono na rys. 10.

Pod symbolem a) narysowano oznaczenia rezystorów stałych. Prostokąt jest używany na schematach europejskich natomiast zygzak na schematach amerykańskich i daleko-wschodnich. Symbole b) i c) to symbole rezystorów nieliniowych. Litera oznacza przyczynę nieliniowości i tak t – temperatura dotyczy termistora, a U – napięcie dotyczy warystora. Symbol d) to rezystor nastawny, a symbol e) potencjometr.

Nie będziemy zajmowali się określeniem wartości znamionowej rezystancji gdyż zależy to bezpośrednio od realizowanego układu. Niemniej możemy spotkać

się z sytuacją braku rezystora o wymaganej wartości. W pierwszej kolejności można wtedy rozważyć możliwość zastąpienia rezystorem o wartości zbliżonej do wymaganej bez szkody dla działania układu. Jeśli to nie wchodzi w grę można łączyć rezystory szeregowo lub równolegle dla uzyskania wymaganej wartości.



Rys. 10 Oznaczenia schematowe elementów rezystancyjnych

Tolerancja rezystancji znamionowej jest bardzo istotna w przypadku obwodów pomiarowych, symetrii układów, ale w większości przypadków zwłaszcza ustalania punktów pracy nie ma tak istotnego znaczenia z uwagi na i tak bardzo duże rozrzuty parametrów elementów półprzewodnikowych. Jeśli nie posiadamy rezystorów o wymaganej tolerancji można zastosować rezystory o większej tolerancji o wartości mniejszej od wymaganej i dołączyć do nich rezystory szeregowo o wartości dobranej dla uzyskania wymaganej tolerancji. Oczywiście przy tych zabiegach niezbędne jest posiadanie omomierza np. multimetru. Zawsze można zastosować rezystory o mniejszej tolerancji (dokładniejsze) w miejsce rezystorów o większej tolerancji.

Wymaganą moc znamionową rezystora najprościej określić w/g ogólnie znanego wzoru korzystając z wartości przewidywanego napięcia na rezystorze i wartości rezystancji. Przy braku rezystorów o wymaganej mocy można łączyć rezystory o dwa razy większej rezystancji równolegle lub o dwa razy mniejszej szeregowo. Użytkuje się wtedy dwukrotny wzrost mocy znamionowej tak uzyskanego rezystora składanego. Oczywiście w razie potrzeby można łączyć większe ilości rezystorów. Szeregowo łączenie rezystorów ma dodatkową zaletę w postaci zwiększenia napięcia granicznego zestawu w stosunku do pojedynczego rezystora.

Rodzaj rezystora zazwyczaj nie ma większego znaczenia. Jednak w obwodach wstępnych czułych wzmacniaczy należy stosować rezystory warstwowe najlepiej metalizowane ze względu na niski poziom szumów własnych. Najgorsze właściwości w zakresie szumów własnych posiadają rezystory objętościowe. Rezystory drutowe i metalizowane są najbardziej odporne na chwilowe przekroczenia mocy znamionowej. Przy wielkich częstotliwościach należy używać rezystorów o małej indukcyjności własnej. Dotyczy to obwodów sygnałowych, w obwodach zasilania wymagane to nie musi być spełnione. Najmniejszą indukcyjność mają rezystory objętościowe, ale w nich najbardziej zaznacza się efekt naskórkowo-

ści. Najlepsze są specjalne rezystory w. cz. warstwowe, wykonane bez nacinania warstwy rezystancyjnej. Korzystnymi właściwościami przy w.cz. charakteryzują się także rezystory do montażu powierzchniowego. Zmniejszenie indukcyjności rezystorów można uzyskać przez

zmniejszenie do minimum długości wyprowadzeń i równoległe łączenie rezystorów (zmniejsza się indukcyjność wypadkowa).

Ciąg dalszy w następnym numerze.

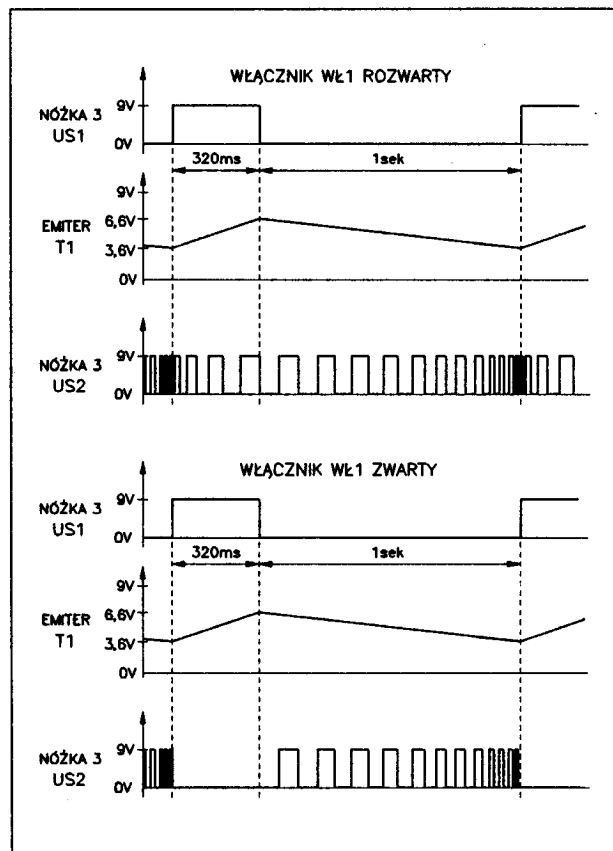
Syrena policyjna

Wakacje dobiegają końca, lecz młodzież będzie dalej korzystała z rowerów, lub tyżwo-rolek. Wszystkim amatorom którzy mają młodsze rodzeństwo, lub dzieci polecamy małą zabawkę, jaką jest syrena policyjna. Ten prosty układ zasilany z baterii może służyć jako sygnał ostrzegawczy podczas jazdy. Wykonanie syreny jest proste, a koszt niewielki, natomiast zabawa będzie fajna.

Syrena policyjna umożliwia uzyskanie dwóch efektów dźwiękowych wybieranych przełącznikiem. Ponadto eksperymentalnie dobierając wartości elementów można z niej wydobyć całą gamę dźwięków.

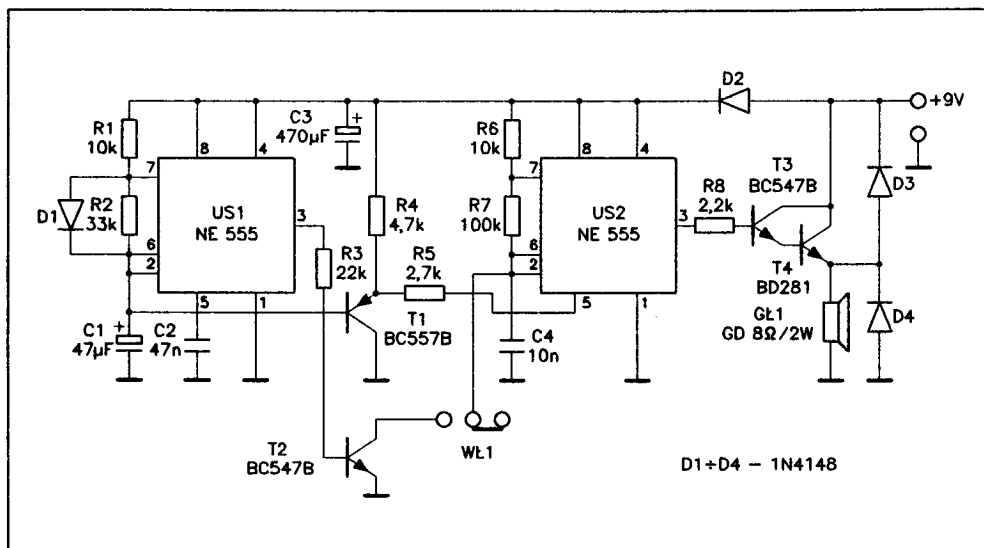
Schemat ideowy syreny policyjnej zamieszczono na rysunku 1. W układzie wykorzystano dwa tajмеры 555, tworzące połączony układ generatorów. Pierwszy tajmer (US1) pracuje jako generator sterujący. Częstotliwość jego pracy określona jest wartościami elementów R1, R2, C1. Czas trwania stanu wysokiego na wyjściu US1 wynosi $t_1 = 0,685 \cdot R_1 \cdot C_1 = 320 \text{ ms}$. Natomiast czas trwania stanu niskiego w czasie którego rozładowywany jest kondensator $t_2 = 0,685 \cdot R_2 \cdot C_1 = 1 \text{ sek}$. Taki rozkład czasów osiągnięto dzięki zastosowaniu diody D1 skracającej czas ładowania kondensatora C1 przez zbocznikowanie rezystora R2. Czas powtarzania przebiegów przez generator sterujący US1 wynosi ok. 1,3 sek.

Wolnozmiennne napięcie piłokształtne o amplitudzie zawierającej się w przedziale od 1/3 do 2/3 napięcia zasilania doprowadzone zostało do wtórnika emiterowego T1 i dalej do wejścia modulującego drugiego generatora (nóżka 5 US2).



Rys. 2 Przebiegi w punktach układu

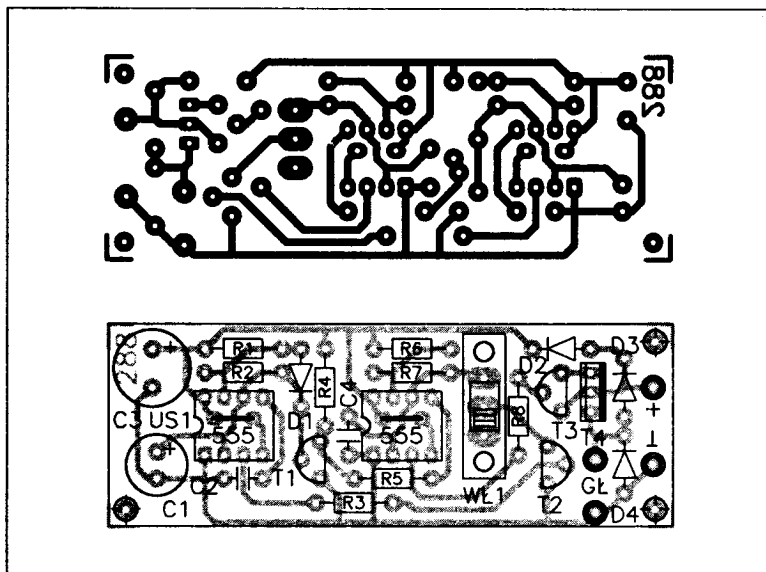
Częstotliwość pracy drugiego generatora wynosi ok. 700 Hz $f = 1,46 / (R_6 + 2 \cdot R_7) \cdot C_4 = 660 \text{ Hz}$.



Rys. 1 Schemat ideowy syreny policyjnej

Jednakże zmienne napięcie piłokształtne doprowadzone do wejścia modulującego sprawia, że częstotliwość generacji jest przez cały czas płynnie zmieniana. Im napięcie na nóżce 5 układu US2 jest niższe tym częstotliwość generacji będzie wyższa. Częstotliwość wyjściowa generatora US2 maleje przez czas $t_1 - 320 \text{ ms}$, a potem wzrasta przez czas $t_2 - 1 \text{ sek}$. W efekcie daje to na wyjściu sygnał wyjącej syreny o zmieniającej się częstotliwości.

Drugi efekt dźwiękowy można uzyskać zwierając styki włącznika WŁ1. Spowoduje to połączenie kolektora tranzystora T2 z kondensatorem C4. W czasie kiedy na wyjściu US1 (nóżka 3) występuje stan wysoki tranzystor T2 jest włączony zwierając kondensator C4. Prowadzi to do zablokowania generatora US2. Efektem tego będzie inna praca generatora US2. W czasie t_1 – 320 ms generator jest zablokowany (cisza w głośniku), a później przez czas t_2 – 1 sek częstotliwość generowanego sygnału wzrasta.



Rys. 3 Płytkę drukowaną i rozmieszczenie elementów

Tabela 1

Element	Dopuszczalny zakres wartości
R1	4,7 kΩ ÷ 47 kΩ
R2	4,7 kΩ ÷ 100 kΩ
C1	10 μF ÷ 220 μF
R6	1 kΩ ÷ 47 kΩ
R7	ok. 10 × R6
C4	1 nF ÷ 47 nF
R4	2,2 kΩ ÷ 10 kΩ
R5	1 kΩ ÷ 6,8 kΩ

Stopień wyjściowy zrealizowano w układzie wtórnika emiterowego Darlingtona składającego się z tranzystorów T3 i T4. Bezpośrednim obciążeniem wtórnika jest głośnik dynamiczny o impedancji 8 Ω. Dioda D2 separuje zasilanie generatorów od zasilania stopnia końcowego. Natomiast diody D3 i D4 eliminują pasożytnicze oscylacje mogące pojawiać się na wyjściu wzmacniacza, zabezpieczając tranzystory T3 i T4 przed uszkodzeniem.

Montaż i uruchomienie

Układ mieści się na niewielkiej płytce drukowanej. Przed montażem układów scalonych należy zamontować zworki z drutu. Przełącznik WŁ1 montowany jest bezpośrednio na płytce drukowanej, lecz można go umieścić w innym miejscu łącząc z płytką dwoma przewodami.

Układ może być zasilany napięciem w zakresie 4,5 ÷ 15 V. Można więc zastosować baterię płaską 4,5 V, lub 6F22 + 9 V. Wraz ze wzrostem napięcia zasilania będzie wzrastała moc sygnału wyjściowego. W syrenie policyjnej zastosowano głośnik dynamiczny o impedancji

8 Ω/2 W. Przy niższym napięciu zasilania moc głośnika może być mniejsza. Można też zastosować głośnik o impedancji większej np. 16 Ω.

Układ pozwala na generowanie różnych dźwięków w tym celu można przeprowadzać eksperymenty dobierając wartości elementów. Dla ułatwienia pracy w tabeli 1 zamieszczono zakres zmian jakie można wprowadzić w układzie.

Zmiany wartości elementów R1, R2, C1 wpływają na częstotliwość powtarzania sygnału dźwiękowego. Przy eksperymentach można też pominąć diodę D1, co spowoduje, że czas t_1 będzie dłuższy niż czas t_2 . Elementy R6, R7, C4 mają wpływ na częstotliwość wyjściową sygnału. Wskazane jest aby wartość rezystora R7 była ok. 10 razy większa od wartości R6, tak aby współczynnik wypełnienia przebiegu wyjściowego był bliski 1/2.

Elementy R4, R5 wywierają wpływ na głębokość modulacji częstotliwości przebiegu wyjściowego.

Tak proste urządzenie posiada naprawdę wiele możliwości. Życzymy przyjemnej zabawy.

Wykaz elementów

US1, US2	– NE 555
T1	– BC 557B
T2, T3	– BC 547B
T4	– BDP 281
D1 ÷ D4	– 1N4148
R8	– 2,2 kΩ/0,125 W
R5	– 2,7 kΩ/0,125 W
R4	– 4,7 kΩ/0,125 W
R1	– 10 kΩ/0,125 W
R3	– 22 kΩ/0,125 W
R2	– 33 kΩ/0,125 W
C4	– 10 nF/50 V ceramiczny
C2	– 47 nF/50 V ceramiczny
C1	– 47 μF/16 V 04/U
C3	– 470 μF/16 V 04/U
WŁ1	– suwakowy miniaturowy
GŁ1	– 8 Ω/2 W

(patrz opis w tekście)

płytkę drukowaną numer 288

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE.

Cena: 1,00 zł (10.000 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ Ryszard Niedzielski

Częstościomierz analogowy

Częstościomierz jest urządzeniem bardzo przydatnym w pracowni radioamatora. Wykonanie częstościomierza cyfrowego lub mikroprocesorowego łączy się jednak z dużym kosztem zakupu elementów. Można jednak wykonać prosty i tani częstościomierz analogowy, który będzie spełniał swoje zadanie w większości wypadków. Konstrukcję takiego urządzenia zaprezentowano w poniższym artykule.

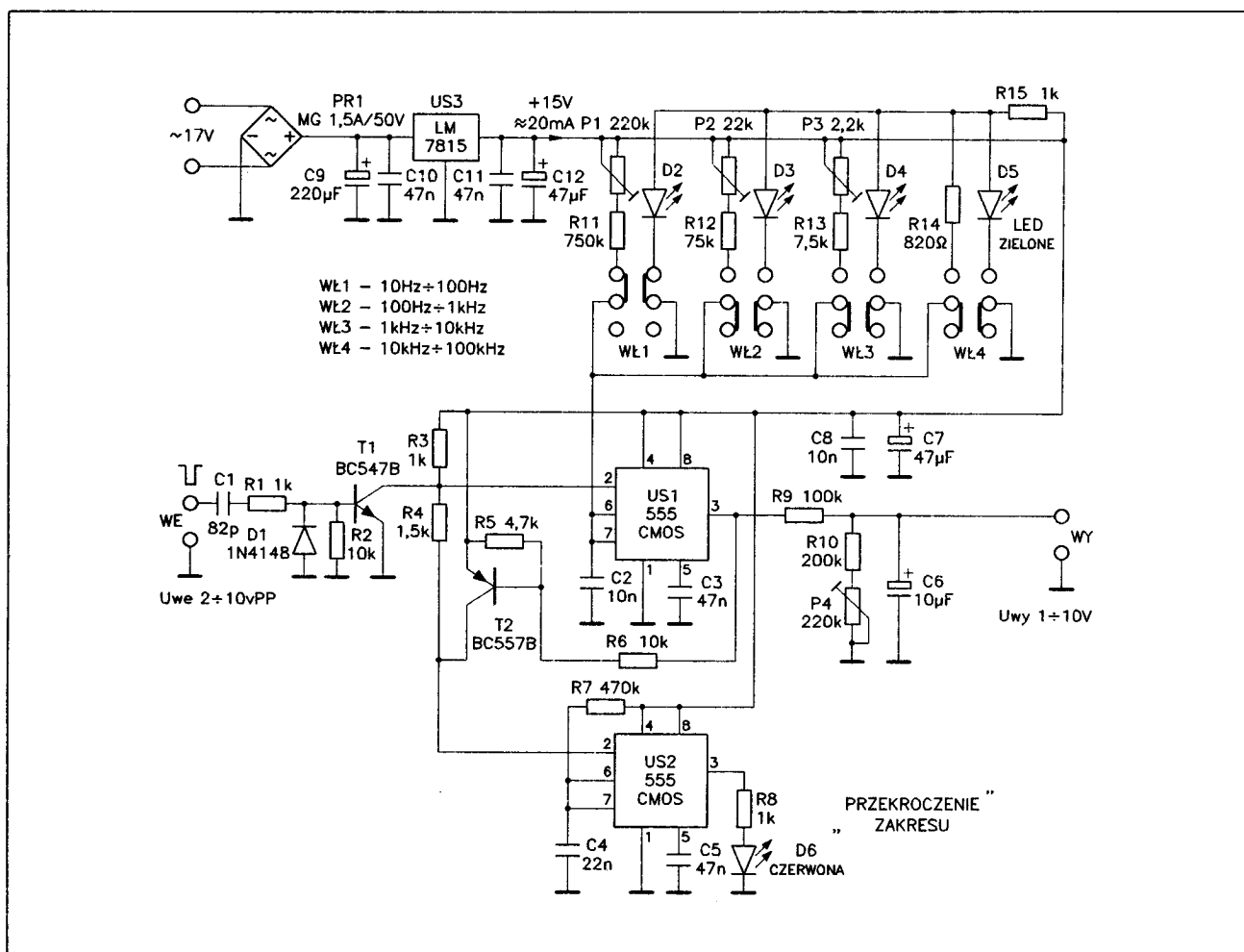
Zasada działania częstościomierzy analogowych jest nieco inna niż cyfrowych. Częstościomierze analogowe tworzą grupę przetworników f na U . Czyli zamieniają częstotliwość, która może być uznawana za wielkość cyfrową na napięcie traktowane jako wielkość analogowa. Pomiar wykonuje się wtedy woltomierzem analogowym lub cyfrowym. Najprostszym sposobem zamiany częstotliwości na napięcie jest zamiana przebiegów wejściowych na impulsy o stałej amplitudzie i szerokości, których częstotliwość jest identyczna z częstotliwością przebiegów wejściowych. Zatem na wyjściu otrzymuje się ciąg przebiegów o zmiennej częstotliwości i zmien-

nym współczynnikiem wypełnienia. Doprowadzając taki przebieg do filtru dolnoprzepustowego otrzymuje się na jego wyjściu napięcie wprost proporcjonalne do współczynnika wypełnienia, czyli do częstotliwości. Teraz pozostaje już tylko pomiar tego napięcia. W oparciu o taką zasadę przemiany częstotliwości na napięcie działa opisany układ.

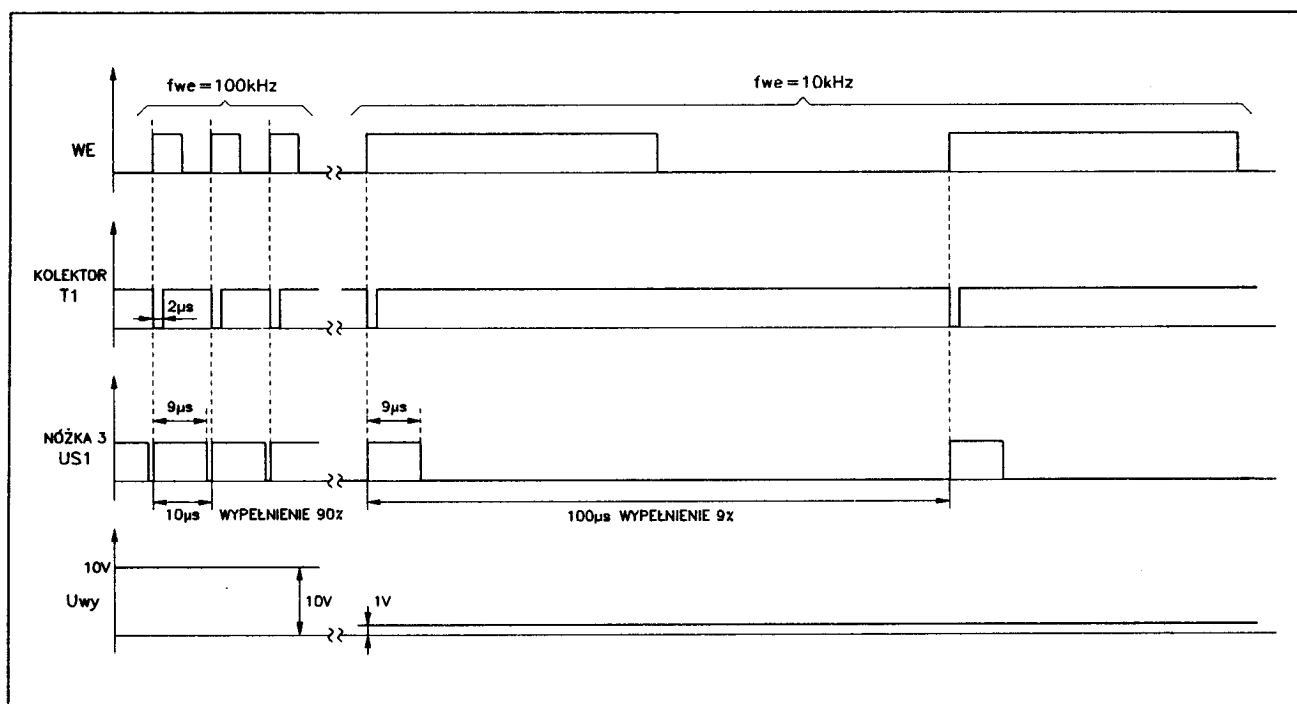
Opis układu

Impulsy wejściowe doprowadzane są do układu różniczkującego $C1$, $R1$, $R2$ i podlegają wzmocnieniu przez tranzystor $T1$ na którego kolektorze otrzymuje się ujemne szpilki o szerokości ok. $2 \mu s$. Dioda $D1$ zabezpiecza złącze baza-emiter tranzystora przed przebiegiem przy większych amplitudach przebiegu. Do wejścia można doprowadzać przebiegi prostokątne o amplitudzie $2 \div 10 V_{pp}$.

Opadające zbocze szpilki na kolektorze tranzystora $T1$ powoduje wyzwolenie tajmera 555 wykonanego w technologii CMOS, który generuje dodatni impuls o czasie trwania zależnym od włączonego zakresu. Szerokość impulsu dla różnych zakresów podano w tabeli 1.



Rys. 1 Schemat ideowy częstościomierza analogowego



Rys. 2 Przebiegi czasowe w układzie pomiarowym

Tabela 1

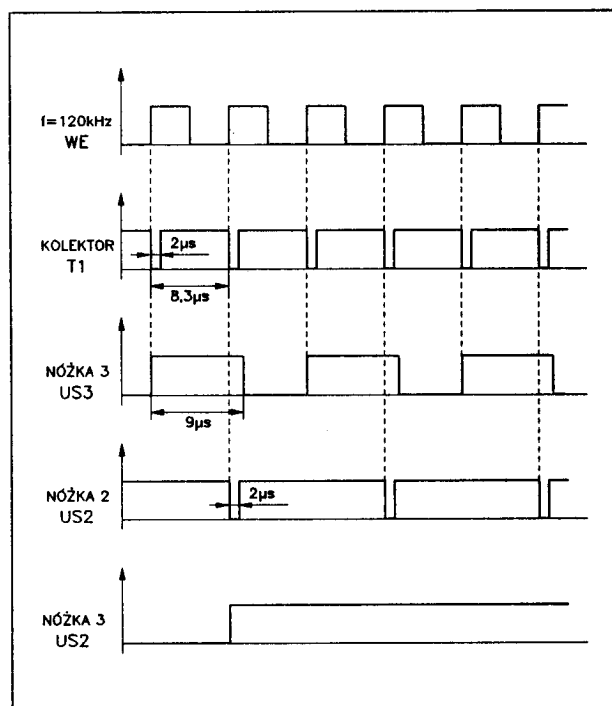
Szerokość impulsu wyjściowego w zależności od wybranego zakresu

Zakres pomiarowy	Szerokość impulsu
10 Hz – 100 Hz	9 ms
100 Hz – 1 kHz	900 µs
1 kHz – 10 kHz	90 µs
10 kHz – 100 kHz	9 µs

Dla zakresu 10÷100 kHz szerokość impulsu wyjściowego wynosi 9 µs. Jeżeli do wejścia doprowadzimy przebieg o częstotliwości 10 kHz, czyli okresie 100 µs, to na wyjściu US1 otrzymamy ciąg impulsów o szerokości 9 µs powtarzających się co 100 µs (rys. 2). Wypełnienie tego przebiegu będzie zatem wynosiło 9%. Natomiast przy doprowadzeniu do wejścia przebiegu 100 kHz (okres 10 µs) na wyjściu US1 otrzyma się ciąg impulsów o szerokości 9 µs powtarzających się co 10 µs. Wypełnienie takiego przebiegu wynosi 90%. Widać więc, że dziesięciokrotnemu wzrostowi częstotliwości na wejściu układu odpowiada dziesięciokrotny wzrost współczynnika wypełnienia. Zatem współczynnik wypełnienia jest wprost proporcjonalny do częstotliwości wejściowej. Podobnie jest na pozostałych zakresach.

Przebieg na wyjściu układu US1 będzie miał stałą amplitudę wynikającą z napięcia zasilającego układ które powinno być stabilizowane. Przebieg ten doprowadzony jest do filtra dolnoprzepustowego R9, C6. Stała czasowa tego filtra jest duża i wynosi 1 sek. Oznacza to, że po 1 sekundzie od zmiany częstotliwości napięcie na kondensatorze C6 ustali się. Tak duża stała czasowa podyktowana jest koniecznością prawidłowego filtrowania impulsów na najniższym zakresie 10÷100 Hz. Re-

zystor R10 i potencjometr P4 tworzą wraz z rezystorem R9 dzielnik napięcia umożliwiającą dokładną kalibrację przyrządu. Napięcie wyjściowe doprowadzane do miernika będzie wynosiło 10 V przy częstotliwości 100 kHz i 1 V przy częstotliwości 10 kHz.



Rys. 3 Przebiegi czasowe w układzie sygnalizacji przekroczenia zakresu

Zakresy przełączane są przy pomocy czterosekcyjnego przełącznika typu Isostat. Zmianie zakresu odpowiada dołączenie układu rezystora i potencjometru do

stałej czasowej tajmera 555 US1. Dodatkowo przełącznik włącza jedną z diod świecących D2÷D5 informującą o zakresie pomiarowym przyrządu.

Tak zbudowany układ nie jest jeszcze kompletny, gdyż wymaga on sygnalizatora przekroczenia zakresu pomiarowego, bez którego może dochodzić do pomyłek przy pomiarach. Załóżmy, że przy włączonym zakresie pomiarowym 10÷100 kHz częstotliwość przebiegu doprowadzonego do wejścia wynosi 120 kHz, a okres 8,3 μ s (rys.3). Zatem okres przebiegu jest krótszy od impulsu generowanego przez tajmer US1 i w czasie trwania tego impulsu pojawi się następny impuls wyzwalający na kolektorze T1. Jednakże tajmer w czasie trwania generacji impulsu jest niewrażliwy na sygnały wyzwalające. Tak więc impuls ten zostanie zignorowany. Dopiero trzeci z kolei impuls wejściowy ponownie wyzwoli tajmer. Na jego wyjściu pojawi się zatem przebieg o częstotliwości dwukrotnie mniejszej od częstotliwości przebiegu wejściowego i współczynnika wypełnienia zbliżonym do 1/2. Woltomierz podłączony do przyrządu będzie zatem wskazywał fałszywą częstotliwość ok. 50 kHz.

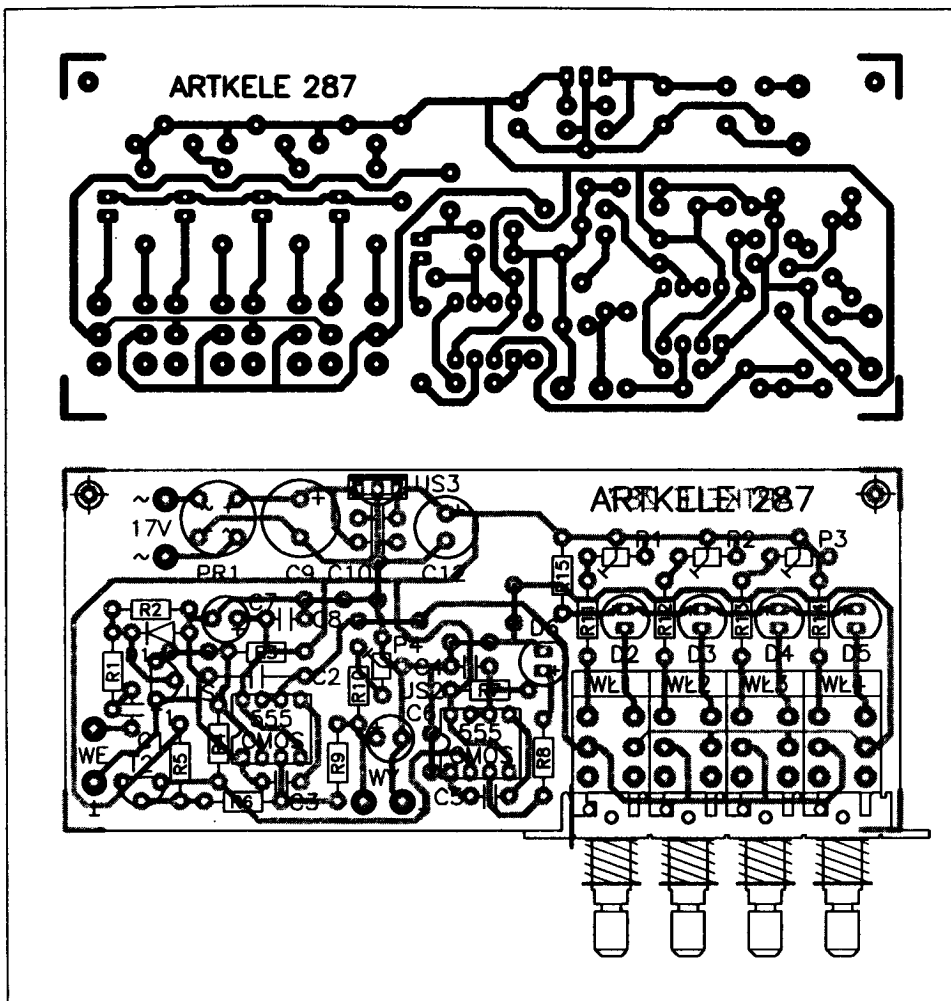
Aby zapobiec takiej sytuacji układ wyposażono w obwód przekroczenia zakresu wykrywający takie sytuacje. Rolę tego układu spełnia drugi tajmer US2 i tranzystor T2. W chwili gdy generacja impulsu przez taj-

mer US1 zakończy się zostanie włączony tranzystor T2 zwierający wejście wyzwalające tajmera US2 do plusa napięcia zasilania. Pojawienie się impulsu wyzwalającego na kolektorze T1 nie spowoduje wyzwolenia tajmera US2. Natomiast jeżeli tajmer US1 nie zakończył generacji impulsu tranzystor T2 jest zablokowany i pojawienie się kolejnego impulsu wyzwalającego na kolektorze T2 spowoduje, że zostanie on doprowadzony za pośrednictwem rezystora R4 do wejścia wyzwalającego tajmera US2. Zapali się wtedy dioda D6 informując o przekroczeniu zakresu.

Dokładność wskazań częstotliciemierza nie jest gorsza niż 1%. Do pomiarów należy stosować woltomierz o zakresie 0÷10 V, lub 0÷20 V o rezystancji wewnętrznej 10 M Ω . Prąd pobierany przez układ wynosi ok. 20 mA w czasie normalnej pracy i wzrasta do 35 mA podczas sygnalizacji przekroczenia zakresu.

Montaż i uruchomienie

Układ wraz z zasilaczem zamontowano na płytce drukowanej. Dla uzyskania dokładności wskazań 1% należy korzystać z zasilacza stabilizowanego na płytce, a nie dołączać napięcie z zasilacza zewnętrznego, gdyż nie uzyska się wtedy powtarzalności regulacji, które zależą od napięcia zasilania.



Rys. 4 Płytką drukowaną i rozmieszczenie elementów

Przełącznik czterosekcyjny, zależny typu Iso-stat należy zamontować na niewielkiej wysokości nad płytką drukowaną, podkładając na czas montażu zapalki. Po sprawdzeniu poprawności montażu można przystąpić do kalibracji przyrządu.

Do wyjścia podłącza się woltomierz o rezystancji wewnętrznej 10 M Ω . Przy włączonym zakresie 10÷100 kHz do wejścia doprowadza się przebieg prostokątny o częstotliwości 100 kHz i amplitudzie 5 V_{pp} np. z generatora kwarcowego (wypełnienie przebiegu nie jest istotne). Potencjometrem P4 ustala się wskazania woltomierza na 10,0 V. Następnie zmienia się częstotliwość na 10 kHz, równocześnie przełączając zakres na 1÷10 kHz. Potencjometrem P3 ustawa się wskazania woltomierza na 10,0 V. Podobnie postępuje się dla pozostałych zakresów:

zakres $0,1 \div 1$ kHz $f_{we} = 1$ kHz, regulacja P2, zakres $10 \div 100$ Hz $f_{we} = 100$ Hz, regulacja P1. W przypadku gdyby na którymś zakresie nie udało się ustawić napięcia wyjściowego 10 V można zmienić wartość rezystora szeregowo połączonego odpowiadającym temu zakresowi potencjometrem.

Teraz można sprawdzić działanie sygnalizatora przekroczenia zakresu. Doprowadzając do wejścia przebieg prostokątny z generatora funkcyjnego. Zwiększając płynnie częstotliwość sprawdzić czy dioda D6 zapala się po przekroczeniu zakresu.

Jeżeli nie posiadamy miernika cyfrowego lub analogowego o rezystancji wewnętrznej $10\text{ M}\Omega$ można go zastąpić uniwersalnym miernikiem analogowym o rezystancji wewnętrznej $20\text{ k}\Omega/\text{V}$. Nie montuje się wtedy rezystora R10 i potencjometru P4. Natomiast w miejsce rezystora R9 należy wlotować potencjometr montażowy $100\text{ k}\Omega$ połączony szeregowo z rezystorem $47\text{ k}\Omega/0,125\text{ W}$. Kalibrację przeprowadza się identycznie jak w przypadku woltomierza cyfrowego. Przy pomiarze miernikiem analogowym nie wolno zmieniać zakresów, gdyż ulega wtedy zmianie jego rezystancja wewnętrzna i pomiar będzie błędny.

Wykaz elementów

US1, US2	– CMOS 555
US3	– LM 7815
T1	– BC 547B
T2	– BC 557B
D1	– 1N4148
D2÷D5	– LED zielona
D6	– LED czerwona

PR1	– MG 1,5 A/50 V
R14	– $820\text{ }\Omega/0,125\text{ W } 5\%$
R1, R3	– $1\text{ k}\Omega/0,125\text{ W}$
R8, R15	– $1\text{ k}\Omega/0,25\text{ W}$
R4	– $1,5\text{ k}\Omega/0,125\text{ W}$
R5	– $4,7\text{ k}\Omega/0,125\text{ W}$
R13	– $7,5\text{ k}\Omega/0,125\text{ W } 5\%$
R2, R6	– $10\text{ k}\Omega/0,125\text{ W}$
R12	– $75\text{ k}\Omega/0,125\text{ W } 5\%$
R9	– $100\text{ k}\Omega/0,125\text{ W}$
R10	– $200\text{ k}\Omega/0,125\text{ W}$
R7	– $470\text{ k}\Omega/0,125\text{ W}$
R11	– $750\text{ k}\Omega/0,125\text{ W } 5\%$
P3	– $2,2\text{ k}\Omega$ TVP 1232
P2	– $22\text{ k}\Omega$ TVP 1232
P1, P4	– $220\text{ k}\Omega$ TVP 1232
C1	– $82\text{ pF}/50\text{ V}$ ceramiczny
C8	– $10\text{ nF}/50\text{ V}$ ceramiczny
C2	– $10\text{ nF}/25\text{ V } 5\%$ KSF-020-ZM
C4	– $22\text{ nF}/50\text{ V}$ ceramiczny
C3, C5, C10, C11	– $47\text{ nF}/50\text{ V}$ ceramiczny
C6	– $10\text{ }\mu\text{F}/40\text{ V } 04/\text{U}$
C7, C12	– $47\text{ }\mu\text{F}/25\text{ V } 04/\text{U}$
C9	– $220\text{ }\mu\text{F}/25\text{ V } 04/\text{U}$
WŁ1÷WŁ4	– Iostat zależny

płytki drukowane numer 287

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 2,45 zł (24.500 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

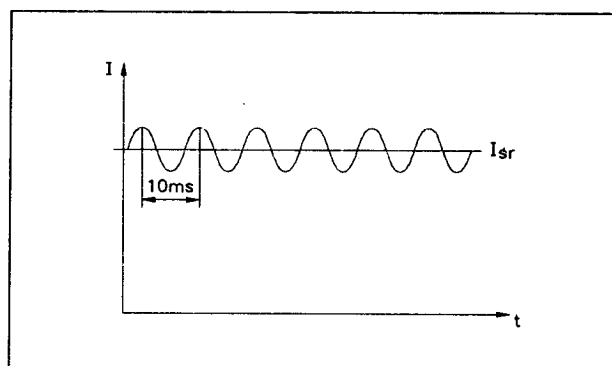
◇ Artur Kostrzewski

Automatyczny włącznik sterowany światłem żarówki

W domu często zachodzi potrzeba zamontowania dodatkowej lampy, kinkietu. W łazience przydatny jest wentylator włączany przy wejściu. Wszystkie te modyfikacje wymagają najczęściej kłopotliwego przerabiania instalacji elektrycznej, montowania dodatkowych włączników. Prezentowane urządzenie pozwala ominąć te problemy. Sterowane jest ono światłem żarówki, przy czym nie reaguje na światło naturalne.

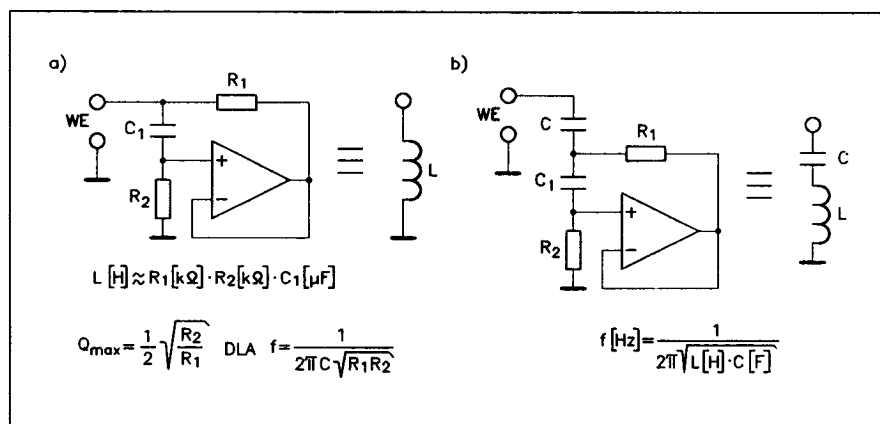
Światło naturalne (słoneczne) charakteryzuje się temperaturą barwową, czyli określoną zawartością różnych składowych widma. Światło wczesnym rankiem i późnym popołudniem jest inne niż w samo południe. Odpowiedzialna jest za to atmosfera ziemiska, która silnie tłumi fale krótkie z obszaru błękitu i fioletu. Dlatego też rankiem i wieczorem słońce jest bardziej czerwone niż w południe, kiedy to promienie słoneczne przechodzą najkrótszą drogą przez atmosferę. Drugim istotnym czynnikiem światła słonecznego jest stałe natężenie,

które może podlegać wolnym zmianom, jeżeli niebo jest zachmurzone (rys. 1). Inaczej wygląda sytuacja w przypadku światła sztucznego pochodzącego z żarówki zasilanej prądem przemiennym. Strumień świetlny jest w tym przypadku zmienny.

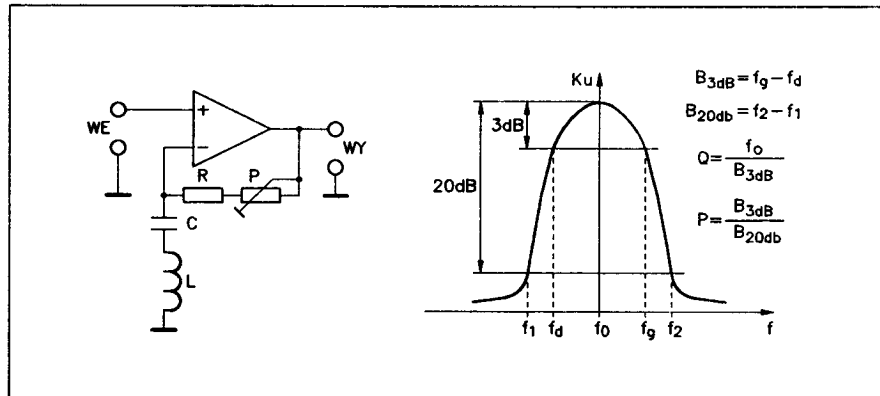


Rys. 1 Natężenie światła słonecznego i żarowego w funkcji czasu

Dokładniej mówiąc średnie natężenie światła żarowego jest stałe, lecz na nie nałożona jest składowa zmienna o częstotliwości 100 Hz (rys. 1). Przyczyną tego jest prąd zmienny zasilający żarówkę. Rozgrzewa on włókno do wysokiej temperatury. Jednakże temperatura ta ulega zmianom w takt zmian napięcia sieci energetycznej. Duża bezwładność termiczna włókna żarówki powoduje, że podczas przejścia napięcia sieci przez zero temperatura włókna spada niewiele. Wystarczy to jednak do modulowania strumienia świetlnego częstotliwością 100 Hz. Częstotliwość 100 Hz pochodzi stąd, że w jednym okresie napięcia sieci 50 Hz włókno żarówki rozgrzewa się tak samo dla dodatniej jak i ujemnej półokresu napięcia. Różne rodzaje żarówek będą charakteryzowały się różną głębokością modulacji, czyli amplitudą zmian natężenia światła. Najmniejszą modulację wykazują żarówki halogenowe, o masywnym włóknie charakteryzującym się dużą bezwładnością cieplną.



Rys. 2 Schemat: a) indukcyjności aktywnej, b) obwodu rezonansowego



Rys. 3 Schemat i charakterystyka wąskopasmowego wzmacniacza 100 Hz

Wykorzystując modulację strumienia świetlnego promieniowanego przez żarówkę można zatem zbudować urządzenie reagujące tylko na światło żarowe. Niezbędny w tym celu jest wąskopasmowy wzmacniacz, pozwalający na wydzielenie tylko jednej częstotliwości 100 Hz charakterystycznej dla strumienia świetlnego pochodzącego z żarówki. Zbudowanie wzmacniacza o wąskim paśmie przepustowym wymaga zastosowania obwodu rezonansowego.

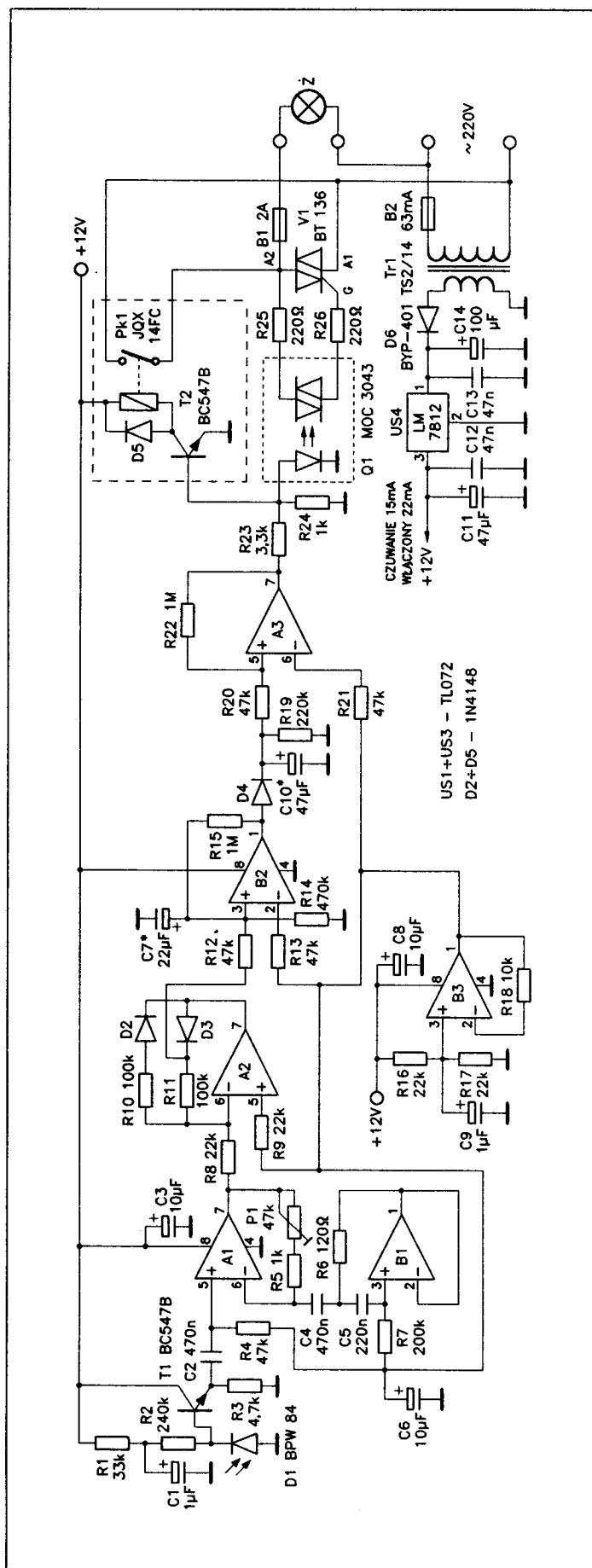
Klasyczny obwód rezonansowy składający się z kondensatora i cewki nie wchodzi w rachubę, gdyż wykonanie cewki o dużej indukcyjności jest bardzo kłopotliwe. Problem można rozwiązać stosując układ wzmacniacza operacyjnego i elementów RC symulujących indukcyjność. Schemat obwodu indukcyjności aktywnej przedstawiono na rysunku 2a.

Jak widać rozwiązanie to jest bardzo proste. Aby uzyskać dużą dobroć indukcyjności wymagany jest duży stosunek wartości rezystorów R_2/R_1 ,

co wynika ze wzorów zamieszczonych pod schematem. Szeregowe połączenie indukcyjności aktywnej z kondensatorem C tworzy odpowiednik szeregowego obwodu rezonansowego (rys. 2b). Częstotliwość rezonansowa takiego obwodu może być obliczona na podstawie wzoru Thomsona. Należy jeszcze przypomnieć, że impedancja rezonansowego obwodu szeregowego maleje do bardzo małej wartości w rezonansie. Do obliczeń wartości poszczególnych elementów wygodnie jest zastosować komputerowy program matematyczny, co pozwoli uniknąć błędów i uprościć proces "rachowania".

Mając już gotowy obwód rezonansowy można przystąpić do zbudowania wzmacniacza pasmowego. Schemat takiego wzmacniacza przedstawiono na rysunku 3. Obwód rezonansowy umieszczono w gałęzi sprzężenia zwrotnego wzmacniacza operacyjnego. Wzmocnienie wzmacniacza wynika ze stosunku rezystancji $P+R$ do impedancji obwodu rezonansowego. Zatem dla częstotliwości rezonansowej, dla której impedancja obwodu szeregowego staje się bardzo mała wzmocnienie wzmacniacza będzie rosnąć.

Charakterystyka częstotliwościowa będzie miała kształt taki jak przedstawiono na rysunku 3. Przy okazji omawiania wzmacniacza pasmowego można przypomnieć, że pasmo wzmacniane B_{3dB} jest zdefiniowane zakresem częstotliwości dla których wzmocnienie zmniejsza się nie więcej niż o 3 dB w stosunku do wzmocnienia przy częstotliwości środkowej f_0 . Podobnie definiuje się pasmo wzmacniane B_{20dB} . Stosunek częstotliwości rezonansowej obwodu f_0 do pasma B_{3dB} nosi nazwę dobroci obwodu Q . Im większa jest dobroć obwodu tym jest on bardziej selektywny. Stromość zboczy charakterystyki częstotliwościowej określa współczynnik prostokątności p , będący stosunkiem pasma B_{3dB} do pasma B_{20dB} .



Rys. 4 Schemat ideowy włącznika

Po tym wstępie można już przystąpić do omówienia układu włącznika.

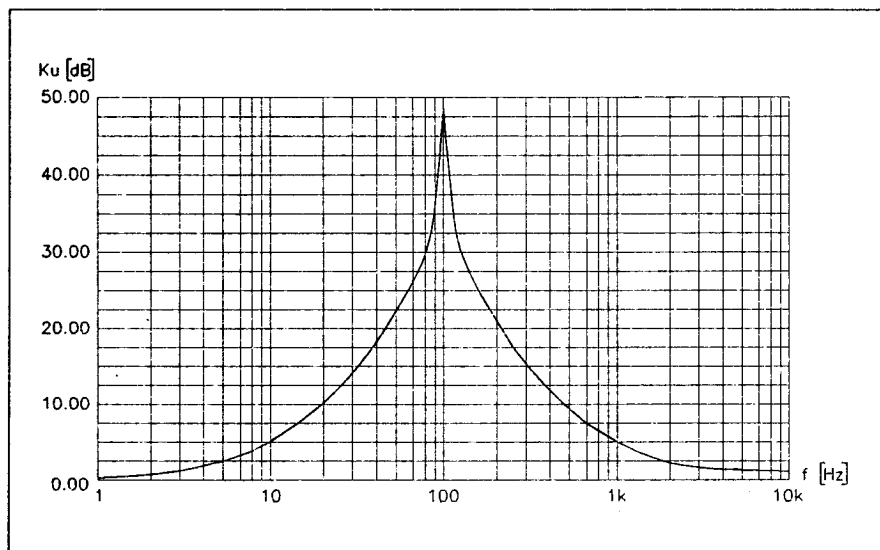
Opis układu

Światło promieniowane przez żarówkę odbierane jest przez diodę odbiorczą podczerwieni D1. W praktyce przeprowadzono próby z kilkoma typami diod i wszystkie wykazywały dostateczną czułość w zakresie światła widzialnego. Dioda zasilana jest napięciem stałym za pośrednictwem filtra R1, C1 eliminującego zakłócenia i przydźwięk sieci. Sygnał z diody odbiorczej doprowadzony zostaje do wtórnika emiterowego T1, który zapewnia separację pomiędzy diodą a wzmacniaczem pasmowym eliminując możliwość powstawania pasożytniczych oscylacji. Składowa zmienna sygnału z emitera T1 podawana jest na wejście nieodwracające wzmacniacza pasmowego US1A. W obwodzie sprzężenia zwrotnego wzmacniacza umieszczony został obwód rezonansowy dostrojony do częstotliwości 100 Hz. Obwód tworzą kondensator C4 i indukcyjność aktywna składająca się ze wzmacniacza operacyjnego B1, kondensatora C5 i rezystorów R6, R7. Potencjometr P1 umożliwia regulację wzmocnienia wzmacniacza US1A. Na rysunku 5 przedstawiono charakterystykę częstotliwościową wzmacniacza pasmowego.

Wejścia obu wzmacniaczy US1A i US1B polaryzowane są pomocniczym napięciem +6 V dostarczonym przez aktywny dzielnik napięcia w którym wykorzystano wzmacniacz US3B. Pracuje on w układzie wtórnika napięciowego polaryzowanego przez napięcie pochodzące z dzielnika R16, R17.

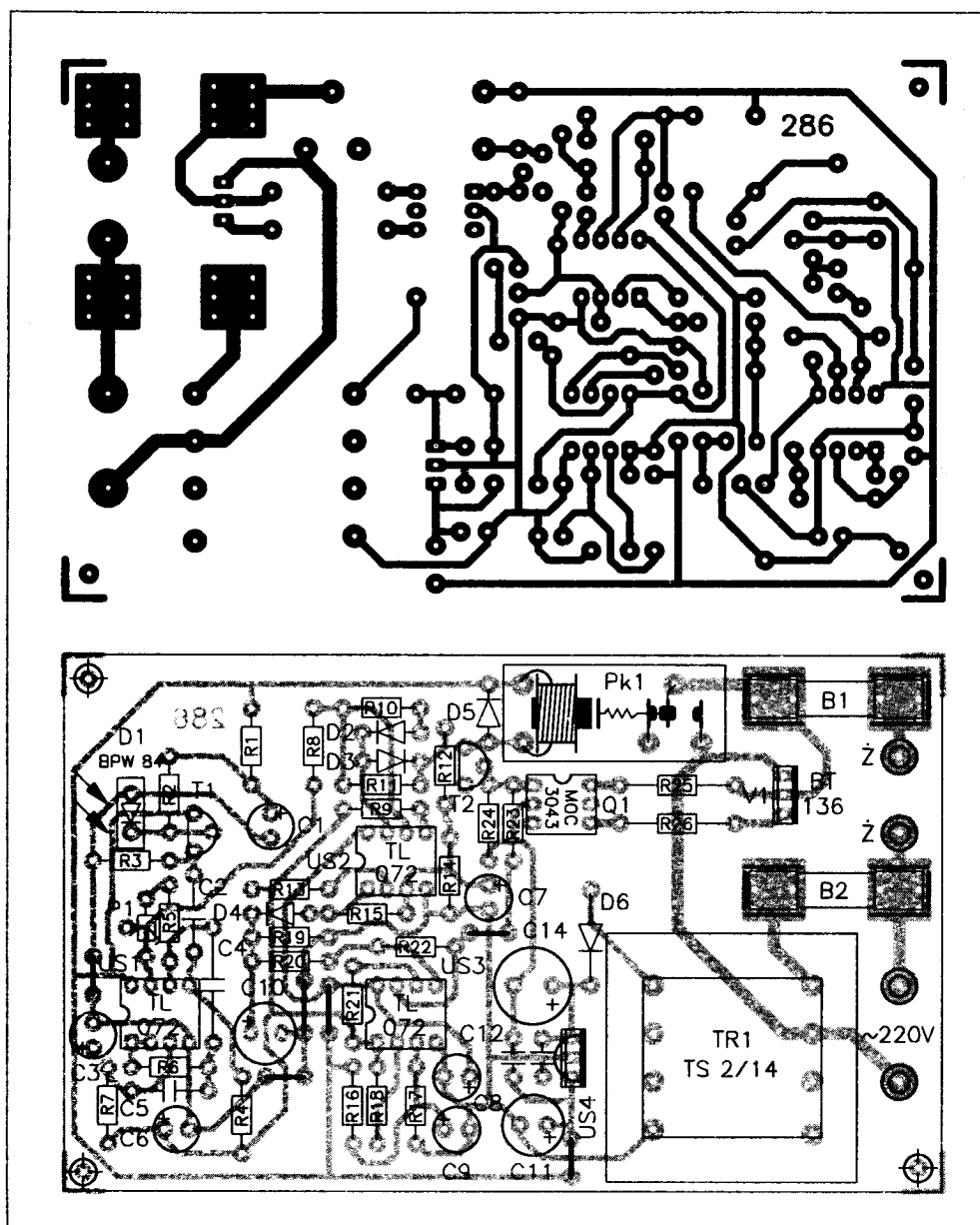
Napięcie zmienne z wyjścia wzmacniacza pasmowego kierowane jest do układu jednopółprzewodnikowego prostownika idealnego US2A (nóżka 6). Prostownik pełni równocześnie funkcję wzmacniacza dodatnich półówek napięcia; jego wzmocnienie wynosi 5 V/V. Wyprostowane półówki przebiegu doprowadzane są do komparatora US2B (nóżka 3) za pośrednictwem dzielnika R12, R14. Przy braku sygnału napięcie na wyjściu prostownika ma wartość +6 V, a za dzielnikiem (czyli na wejściu komparatora) +5,5 V. Jako napięcie referencyjne wykorzystano pomocnicze napięcie +6 V. Tak więc wyjście komparatora będzie znajdowało się w stanie niskim.

Jeżeli na odbiornik podczerwieni padnie światło z żarówki sygnał o częstotliwości 100 Hz zostanie wzmocniony i na wyjściu prostownika idealnego US2A pojawią się dodatnie półówki przebiegu. Spowoduje to naładowanie się kondensatora C7 do napięcia wyższego niż +6 V i zmianę stanu na wyjściu komparatora US2B. Kondensator C7 wraz z rezystorem R12 tworzą układ całkujący opóźniający włączenie się komparatora.



Rys. 5 Charakterystyka wzmacniacza pasmowego z układu włącznika

Stanowi to dodatkowe zabezpieczenie przed przypadkowym, sygnałem zakłócającym, mogącym zmienić stan komparatora. Zmiana stanu komparatora US2B powoduje naładowanie się kondensatora C10 i w efekcie zmianę stanu na wysoki na wyjściu drugiego komparatora US3A. Po zaniku sygnału komparator ten utrzymywany jest w stanie wysokim przez czas określony stałą czasową C10, R19, R20. Dioda D4 zapobiega szybkiemu rozładowaniu się kondensatora C10. Uzyskano w ten sposób dwie niezależne stałe czasowe odpowiedzialne za opóźnienie włączenia i wyłączenia urządzenia sterowanego przez układ.



Rys. 6 Płytką drukowaną i rozmieszczenie elementów

Oba komparatory pracują, z pętlą histerezy wprowadzaną przez rezystory R15 i R22.

Elementem wykonawczym może być triak V1 włączany w zerze napięcia sieci przez optotriak Q1, lub przekaźnik Pk1 sterowany przez tranzystor T2.

Układ zasilany jest napięciem +12 V dostarczonym przez stabilizator US4. Jako prostownik wykorzystano diodę D6. Zastosowanie prostownika jednopółkowego miało na celu wyeliminowanie możliwości przedostawania się przydźwięku sieci 100 Hz jaki powstaje w prostowniku dwupółkowym. Prąd pobierany w stanie czuwania jest niewielki ok. 15 mA i wzrasta do 22 mA przy włączonym układzie wykonawczym.

Montaż i uruchomienie

Urządzenie ma zwartą konstrukcję. Na płytce drukowanej umieszczono wszystkie elementy łącznie z transformatorem sieciowym i bezpiecznikami. Przed montażem należy zdecydować się na rodzaj elementu wykonawczego.

Jeżeli będzie to przekaźnik nie montuje się elementów Q1, V1, R25, R26. Natomiast przy zastosowaniu triaka pomijają się elementy T2, D5, R24, Pk1.

Płytkę drukowaną zaprojektowano pod stabilizator LM 7812, lecz z powodzeniem można go zastąpić miniaturowym stabilizatorem LM 78L12, montując go w pozycji takiej jak pokazano na rysunku montażowym.

Jako odbiornik podczerwieni D1 można zastosować w zasadzie dowolny typ diody odbiorczej. Jeżeli jednak podczas uruchamiania urządzenie nie będzie działało prawidłowo należy spróbować zmienić diodę na inną. W prototypie zastosowano diodę BPW 84, która posiadała wystarczającą czułość dla światła widzialnego.

Elementy obwodu rezonansowego C4, C5, R6, R7 powinny posiadać tolerancję wykonania 5%. Gorsza tolerancja elementów może doprowadzić w niekorzystnym przypadku do zmiany częstotliwości środkowej obwodu rezonansowego i znacznego pogorszenia czułości.

Po zamontowaniu wszystkich elementów i sprawdzeniu poprawności montażu można włączyć zasilanie. W pierwszej kolejności należy sprawdzić napięcie zasilające +12 V na wyjściu stabilizatora US4 i pomocnicze napięcie +6 V na wyjściu wzmacniacza operacyjnego US3B (nóżka 1). Potencjometr P1 ustawić w środkowym położeniu. Do wyjścia komparatora US3A (nóżka 7) dołączyć woltomierz. W pomieszczeniu ze zgaszonym światłem żarowym (próby najlepiej wykonywać w dzień) napięcie na wyjściu komparatora US3A powinno być niskie ok. 1,3 V. Po włączeniu światła woltomierz z niewielkim opóźnieniem ok. 1 sek. powinien wskazać napięcie +11 V. Jeżeli to nie nastąpiło należy regulować potencjometrem P1.

Sprawdzony układ można zamontować w miejscu przeznaczenia. Jeżeli będzie on służył do zapalania dodatkowego światła (żarówki) należy wyregulować czułość i dobrać takie położenie odbiornika podczerwieni D1, aby układ nie reagował na włączaną przez siebie żarówkę, która także wysyła światło zmodulowane przebiegiem 100 Hz. Objawia się to tym, że układ po zapaleniu żarówki na którą ma reagować zapala dodatkowe światło, które będzie się świecić mimo zgaszenia żarówki "sterującej".

W przypadku gdy mimo regulacji czułości i położenia odbiornika D1 okaże się to niemożliwe pozostaje włączenie szeregowo z żarówką "sterowaną" diody prostowniczej 400 V/2 A. Dioda ta spowoduje, że strumień świetlny wysyłany przez żarówkę "sterowaną" będzie modulowany częstotliwością 50 Hz. Włączenie diody spowoduje także spadek jasności świecenia, który można zrekomensować zastosowaniem żarówki o większej mocy.

Problemów tych nie ma w przypadku sterowania innego urządzenia np. wentylatora w łazience. Opóźnienie włączenia się wentylatora po zapaleniu światła można regulować dobierając wartość kondensatora C7. Natomiast czas pracy wentylatora po zgaszeniu świa-

tła można dobrać zmieniając wartość kondensatora C10 i rezystorów R20, R19. Przy zmianie wartości rezystora R20 należy także zmienić wartość rezystora R22, która powinna być ok. 10 razy większa od wartości rezystora R20.

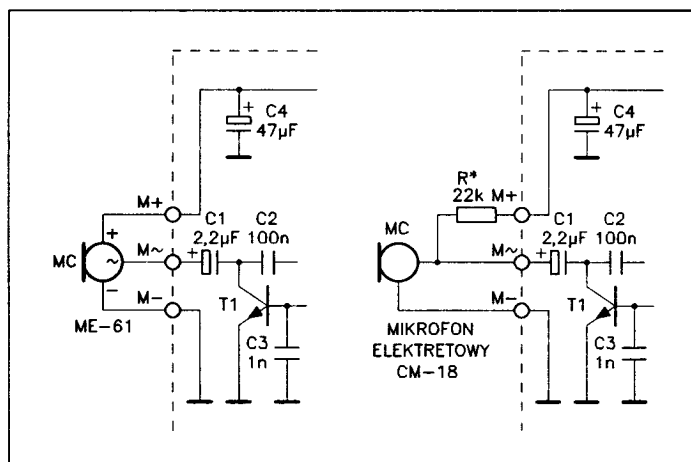
Wykaz elementów

US1÷US3	– TL 072
US4	– LM 7812 (78L12)
T1, T2	– BC 547B
D1	– BPW 84 (lub inna odbiorcza podczerwieni)
D1÷D5	– 1N4148
D6	– BYP 401-50÷1000 (1N4001÷4007)
Q1	– MOC 3043
V1	– BT 136 triak
R6	– 120 Ω /0,125 W 5%
R25, R26	– 220 Ω /0,125 W
R5, R24	– 1 k Ω /0,125 W
R23	– 3,3 k Ω /0,25 W
R3	– 4,7 k Ω /0,125 W
R18	– 10 k Ω /0,125 W
R8, R9,	
R16, R17	– 22 k Ω /0,125 W
R1	– 33 k Ω /0,125 W
R13, R14,	
R20, R21	– 47 k Ω /0,125 W
R10, R11	– 100 k Ω /0,125 W
R7	– 200 k Ω /0,125 W 5%
R19	– 220 k Ω /0,125 W
R2	– 240 k Ω /0,125 W
R4	– 470 k Ω /0,125 W
R15, R22	– 1 M Ω /0,125 W
C12, C13	– 47 nF/50 V ceramiczny
C5	– 220 nF/63 V 5% MKSE-20
C4	– 470 nF/63 V 5% MKSE-20
C2	– 470 nF/63 V MKSE-20
C1, C9	– 1 μ F/50 V
C3, C6, C8	– 10 μ F/25 V
C7*	– 22 μ F/25 V
C10*, C11	– 47 μ F/25 V
C14	– 100 μ F/25 V
PK1	– przekaźnik 12V/5A P4088
B1	– WTAT 2 A/250 V
B2	– WTAT 63 mA/250 V
Tr1	– TS 2/15
płytką drukowaną numer 286	

Płytki drukowane wysyłane są za zaliczeniem pocztowym. Płytki można zamawiać w redakcji PE. Cena: 3,76 zł (37.600 zł) + koszty wysyłki. Podzespoły elektroniczne można zamawiać w firmie LARO – patrz IV strona okładki.

◇ mgr inż. Dariusz Cichoński

Uzupełnienie do artykułu pt. "Centralka domofonu"



Rys. 1 Schemat podłączenia mikrofonu ME-61 i CM-18 do centrali domofonu

Do redakcji napłynęła duża fala listów od Czytelników budujących centralkę domofonu. Problem najczęściej poruszany dotyczy mikrofonu elektretowego. W centralce domofonu zastosowano mikrofon elektretowy ME-61, posiadający trzy wyprowadzenia. Może on z powodzeniem zostać zastąpiony mikrofonem CM-18 z dwoma wyprowadzeniami (rys. 1). Układ podłączenia mikrofonu był kilkakrotnie poruszany na łamach PE, co zresztą zaznaczono w artykule. Zaprojektowanie płytki pod mikrofon z trzema wyprowadzeniami umożliwia zastosowanie mikrofonu z dwoma wyprowadzeniami. Na odwrót jest to znacznie bardziej kłopotliwe.

Redakcja

"Znów za rok matura..."

Wrzesień to miesiąc powrotów, do szkoły. Niektórzy z Was zakończą swą edukację w szkole średniej, inni w zasadniczych szkołach zawodowych. Już dziś warto pomyśleć o pracy dyplomowej lub końcowej. Bardziej zapobiegliwi uczynili to przed wakacjami.

Zamieszczony poniżej wykaz niektórych urządzeń, prezentowanych na łamach naszego miesięcznika, który pozwoli Wam łatwiej wybrać temat pracy. W wykazie tym podany jest tytuł artykułu, numer i rocznik oraz występująca w tym artykule płytka drukowana. Osoby nie posiadające wszystkich miesięczników, mogą zamawiać kserokopie poszczególnych artykułów. Niestety redakcja nie posiada wszystkich egzemplarzy archiwalnych. Przy zamawianiu płytek drukowanych należy podać numer płytki i ilość sztuk. Inne informacje są zbędne. Zasady zamawiania podawane są w każdym numerze na stronie 3 pod spisem treści.

Wykaz ułożony został w taki sposób, aby komplety artykułów i płytek drukowanych były umieszczone obok siebie. Pełny wykaz płytek drukowanych, oraz ich cennik był publikowany w numerze 7/96 PE.

Bardzo często pytacie w swoich listach o dodatkowe informacje dotyczące publikowanych urządzeń. Niestety, artykuły publikowane na łamach naszego miesięcznika są artykułami pełnymi i nie posiadają informacji uzupełniających. Dodatkowe dane dotyczące zastosowanych podzespołów elektronicznych, musicie znaleźć w katalogach firm produkujących te podzespoły. Redakcja nie wysyła kserokopii katalogów. Podzespoły występujące w poszczególnych artykułach można zamawiać w firmie wysyłkowej "LARO" której adres można znaleźć na IV str. okładki PE.

Tytuł artykułu	Nr/Rok	Nr Płytki
Generator PAL	1/92	00A
Generator PAL – rozbudowa	5/92	032
Analizator widma	3/92	001
Analizator widma – pole odczytowe	1/93	034
Alarm samochodowy z kodem cyfrowym	4/92	004
Korektor graficzny mono	2/92	001
Korektor – sterowanie potencjometrami	4/92	021
Korektor – potencjometr elektroniczny	4/92	022
Korektor – wyświetlanie nastaw	5/92	023
Korektor – pamięć charakterystyk	7/93	070
Woltomierz na C 520D (LCD lub LED)	4/92	010-015
Zegar MC 1204	5/92	024
Pozytywka do zegara MC 1204	5/92	028
Wyświetlacz do zegara MC 1204	5/92	029
Zegar MC 1206, wyświetlacze, wzmacniacze	2/93	040-043
Zegar MC 1206 – sekundy cyfrowe	3/93	048
Zegar MC 1206 (MC 1204) – sekundy analogowe	3/93	049
Betametr	1/93	036
Betametr – układ parowania	2/93	044
Miliwoltomierz ICL 7107	2/93	045-046
Wzmacniacz z regulacją barwy dźwięku	5/93	058
Zasilacz do wzm. z regulacją barwy dźwięku	5/93	057

Tranzystorowy korektor graficzny	6/93	064-065	Obrotomierz cyfrowy – mnożnik	10/94	165
Generator sygnałowy			Generator funkcyjny ICL 8038	12/94	174
65,5÷74 MHz	5/93	073	Generator funkcyjny –		
Sonda logiczna CMOS-TTL –			płyta główna	1/95	186
diody LED	6/93	074	Korektor graficzny mono × 7	12/94	175
Sonda logiczna CMOS-TTL –			Analizator widma –		
wyświetlacz	6/93	075	wyśw. ciekłokrystal.	1/95	176
Sonda – generator 1kHz	7/93	076	Słuchawki bezprzewodowe –		
Sonda – woltomierz C 520D	7/93	077	nadajnik	1/95	183
Częstościomierz – generator	9/93	088	Słuchawki bezprzewodowe –		
Częstościomierz – licznik	9/93	089	odbiornik	1/95	184
Częstościomierz – wyświetlacz	9/93	090	Charakterograf	2/95	188
Częstościomierz – sterowanie	10/93	091	Mikser audio	2/95	189
Częstościomierz – układ wej.	11/93	092	Sterownik świateł – sterownik	3/95	190
Częstościomierz – układ wej.	11/93	093	Sterownik świateł – nadajnik	3/95	191
Częstościomierz –			Zasilacz laboratoryjny 0÷30V/3A	3/95	195
preskaler 150 MHz	12/93	094	Wstępny stabilizator tyrystorowy	4/95	196
Częstościomierz –			Zabezpieczenie przed zanikiem		
wyświet. WA, wzm. segm.	1/94	117-118	fazy	4/95	201
Przetwornik U/f	10/93	098	Zdalne sterowanie oświetleniem	5/95	203
Przetwornik f/U	10/93	099	Elektroniczny przełącznik wejść	5/95	204
Miernikysterowania z pamięcią	11/93	100	Woltomierz 4 i 1/2 cyfry		
Zasilacz laboratoryjny	12/93	107	(ICL 7135)	5/95	205
Wzmacniacz mocy 150 W	12/93	108	Mikrofon bezprzewodowy	6/95	208
Wzmacniacz mocy – zabezpiecz.	1/94	115	Mikrofon bezprzewodowy –		
Stół mikerski –			odbiornik	7/95	216
wzmacniacz kanałowy	3/94	113	Mikroprocesorowy zegar sterownik	6/95	210
Stół mikerski – wzmacniacz sumy	4/94	131	Alarm samochodowy – pilot	6/95	212
Stół mikerski – zasilacz	5/94	134	Alarm samochodowy – centralka	6/95	213
Stół mikerski – układ komutacji	11/94	168	Alarm samochodowy –		
Stół mikerski –			radiopowiadomienie	7/95	214
wskaźnik przesterowania	11/94	169	Generator sygnałowy AM	8/95	217
Ośmiokanałowa przystawka			"Oscyloskop" cyfrowy	8/95	219
do oscyloskopu	2/94	121	"Oscyloskop" cyfrowy –		
Przystawka wobulacyjna	3/94	125	klawiatura	8/95	220
Generator znaczników	4/94	132	Przetwornik "True RMS"	9/95	223
Zdalne sterowanie – pilot	5/94	135	Generator wobulowany	9/95	224
Zdalne sterowanie –			Zdalnie ster. poten. obrotowy –		
wzmacniacz wstępny	5/94	136	nadajnik	9/95	225
Zdalne sterowanie – odbiornik	5/94	137	Zdalnie ster. poten. obrotowy –		
Zdalne sterowanie –			odbiornik	9/95	226
dekoder rozk. analog.	7/94	140	Automatyczna blokada telefon.	9/95	227
Zdalne sterowanie –			Uniwersalna ładowarka		
sterowanie potencjom.	6/94	141	akumul. Ni-Cd	10/95	231-232
Zdalne sterowanie –			Mikroprocesorowy miernik		
potencjometri elektr.	9/94	157	częstotliwości	10/95	233
Zdalne sterowanie –			Mikropr. miernik częstot.		
potencjometri analog.	10/94	166	-mikroprocesor	10/95	234
Licznik do magnetofonu	6/94	143	Mikropr. miernik częstot.		
Aktywna sonda do oscyloskopu	6/94	144	-płyta przednia	11/95	235
Ładowarka akumulatorów Ni-Cd	7/94	148	Mikropr. miernik częstot.		
Oscyloskop – zasilacz	7/94	150	-wzm. wejściowy	11/95	236
Oscyloskop – generator			Preskaler 1,3 GHz	12/95	237
i synchronizacja	8/94	151	Generator akustyczny	11/95	238
Oscyloskop – wzmacniacz X i Z	8/94	152	Dzwonek – "ZŁY PIES",		
Oscyloskop – wzmacniacz Y	9/94	153	"WYBUCH", "KRZYK"	11/95	239
Oscyloskop – dzielnik wejściowy	9/94	154	Miernik zniekształceń nieliniowych	12/95	243
Wzmacniacz 100 W	8/94	158	Zasilacz z woltomierzem		
Obrotomierz cyfrowy – licznik	10/94	164	i amperomierzem	12/95	245

Termostatyzowany generator		
kwarcowy	12/95	246
Aparatura zdalnego ster.		
– szyfrator	2/96	247
Aparatura zdalnego ster.		
– odbiornik	8/96	248
Aparatura zdalnego ster.		
– wykonawcze	2/96	249
Aparatura zdalnego ster.		
– serwo	4/96	265
Cyfrowy odczyt częstot. UKF	1/96	250
Echo i pogłos elektroniczny	1/96	252
Regulator żarówek halogenowych	3/96	258
Wachlarzowy miernik		
wysterowania	3/96	260
Generator szumów	3/96	261

Rejestrator sygnałów cyfrowych	6/96	268
Zamek szyfrowy		
na kartę optyczną	5/96	269
Zasilacz napięcia zmiennego	5/96	270
Automat perkusyjny – generator	5/96	271
Automat perkusyjny – matryca	5/96	272
Automat perkusyjny –		
instrumenty	6/96	273
Miniaturowy odbiornik		
stereofoniczny	7/96	275
Ultradźwiękowy miernik		
odległości	7/96	278
Centralka domofonu	8/96	279-280
Wzmacniacz mocy DMOS-150 W	8/96	282
Detektor gazu z sygnalizacją		
akustyczną	8/96	283

Redakcja

Aparatura do zdalnego sterowania – strojenie odbiornika

Filtry F1 i F3 zostały wykonane na rdzeniach cewek 7×7 serii 100. Fabryczny filtr delikatnie rozbieramy i odwijamy nawinięte tam uzwojenia. Jeżeli w obudowie filtru znajduje się wewnętrzny kondensator także należy go wylutować. Oba filtry nawija się drutem w emalii DNE $\phi 0,1$ mm.

W filtrze F3 nawija się 90 zwojów. Końce uzwojenia lutuje się do dwóch skrajnych nóżek w rzędzie z trzema nóżkami. Dodatkowo w obudowie należy zamontować miniaturowy kondensator styrofleksowy 1 nF/25 V 5% KSF 020-ZM. Jeżeli zamontowanie kondensatora nie będzie możliwe można go przylutować do nóżek cewki po stronie druku.

Więcej pracy wymaga nawinięcie filtru F1. Początek drutu nawojowego lutujemy do środkowej nóżki filtru w rzędzie z trzema nóżkami. Następnie nawijamy 64 zwoje i wyprowadzenie lutujemy górnej nóżki (patrząc od góry filtru), także w rzędzie z trzema nóżkami. Dalej nawijamy w tym samym kierunku 26 zwojów, a zakończenie cewki lutujemy do dolnej nóżki w rzędzie z trzema nóżkami. Uzwojenie wtórne nawijamy tym samym drutem, 26 zwojów. Wyprowadzenia lutujemy do dwóch wolnych nóżek. Także w tym filtrze należy zamontować kondensator styrofleksowy 1 nF/25 V 5% KSF 020-ZM. Łączy się go do nóżki środkowej i dolnej w rzędzie z trzema nóżkami. Po nawinięciu obu filtrów zakłada się na nie metalowe obudowy ekranujące.

Do wejścia płytki przylutowuje się antenę wykonaną z odcinka przewodu o długości ok. 1 m. Po wykonaniu tych czynności można przystąpić do uruchamiania odbiornika. Po doprowadzeniu napięcia zasilania 4,8 V mierzymy pobór prądu powinien on wynosić ok. 15 mA. W pobliżu (do 1 m) umieszczamy włączony nadajnik z wysuniętą na pełną długość anteną. Do kolektora T2

podłączamy oscyloskop. Kręcąc rdzeniem cewki L2 staramy się uzyskać jak największą amplitudę przebiegu na wyjściu odbiornika. Następnie stroimy filtry F3 i F1 także starając się uzyskać jak największą amplitudę przebiegów. Na sam koniec przeprowadzamy strojenie cewką L1. Po wstępnym dostrojeniu rdzenie cewek powinny znajdować się wewnątrz karkasów, a nie wystawać z góry lub dołu. Jeżeli w cewce lub filtrze rdzeń będzie wystawał, lub zakres regulacji okaże się niewystarczający należy dobrać wartość kondensatora połączonego równolegle z cewką.

Obraz obserwowany na oscyloskopie powinien być zbliżony do górnego przebiegu na rysunku 2 (PE 8/96). Przy bliskim umieszczeniu nadajnika przebieg może być nieco zniekształcony.

Teraz zwijamy antenę odbiornika i składamy antenę nadajnika. Odchodzimy z włączonym nadajnikiem na taką odległość aby na ekranie oscyloskopu następowały zaniki przebiegu. Ponownie przystępujemy do strojenia cewek i filtrów w kolejności podanej powyżej starając się uzyskać maksymalną amplitudę przebiegu na ekranie oscyloskopu. Po zakończeniu strojenia rdzenie cewek L1 i L2 i filtrów F1 i F3 zabezpieczamy poprzez zalanie ich gorącą parafiną.

Do uruchomionego odbiornika dołączamy deszyfrator i sprawdzamy jego działanie na poszczególnych wyjściach. Prawidłowo zmontowany deszyfrator nie wymaga uruchamiania. Pozostaje jeszcze sprawdzić zasięg działania aparatury w terenie. Powinien on wynosić ok. 600 m. Antenę nadajnika ustawia się pod kątem 45°. Odbiornik umieszcza się na wysokości ok. 1,5 m nad ziemią z dala od przedmiotów metalowych. Także antenę odbiornika rozciąga się pod kątem 45°.

◇ Marek Grześkowiak

Q-27,145 MHz	1,91 zł	TVP 1232-1 kΩ	0,40 zł	47 pF/630 V KSF	0,30 zł	4,7 μF/250 V	0,95 zł	Przełączniki	
Rezystory 0,25 W		TVP 1232-2,2 kΩ	0,40 zł	56 pF/630 V KSF	0,30 zł	10 μF/25 V	0,20 zł	BI00R	2,50 zł
Wszystkie rezystory z szeregu E24 5% od wartości	0,05 zł	TVP 1232-4,7 kΩ	0,40 zł	82 pF/160 V KSF	0,20 zł	10 μF/50 V	0,20 zł	CS312-ON	0,50 zł
1 Ω do 4,7 MΩ		TVP 1232-10 kΩ	0,40 zł	100 pF/160 V KSF	0,10 zł	10 μF/163 V	0,20 zł	MTS-102	1,00 zł
drabinka rezystorowa 8x 10KΩ 9 PIN	0,49 zł	TVP 1232-15 kΩ	0,40 zł	120 pF/160 V KSF	0,20 zł	22 μF/25 V	0,20 zł	MTS-202	1,30 zł
		TVP 1232-22 kΩ	0,40 zł	150 pF/160 V KSF	0,22 zł	22 μF/50 V	0,20 zł	MTS-203	1,30 zł
		TVP 1232-47 kΩ	0,40 zł	160 pF/160 V KSF	0,22 zł	47 μF/16 V	0,20 zł	P2P	0,50 zł
		TVP 1232-100 kΩ	0,40 zł	180 pF/160 V KSF	0,22 zł	47 μF/25 V	0,20 zł	P3P	0,50 zł
Rezystory 0,5 W		TVP 1232-220 kΩ	0,40 zł	200 pF/160 V KSF	0,11 zł	47 μF/25 V	0,25 zł	PI	0,50 zł
1 Ω/0,5 W	0,13 zł	TVP 1232-220 kΩ	0,80 zł	220 pF/160 V KSF	0,25 zł	47 μF/63 V	0,30 zł	ZM-109	0,40 zł
2,2 Ω/0,5 W	0,13 zł	TVP 1232-470 kΩ	0,80 zł	240 pF/160 V KSF	0,10 zł	47 μF/63 V	0,25 zł		
22 Ω/0,5 W	0,13 zł	TVP 1232-1MΩ	0,80 zł	270 pF/25 V KSF	0,10 zł	100 μF/10 V	0,20 zł	Przełączniki	
47 Ω/0,5 W	0,13 zł			330 pF/63 V KSF	0,10 zł	100 μF/25 V	0,20 zł	RM 82P/16 V	9,54 zł
100 Ω/0,5 W	0,13 zł	Potencjometry wielobrotowe		390 pF/160 V KSF	0,14 zł	100 μF/40 V	0,50 zł	RM 82P/12 V	7,93 zł
150 Ω/0,5 W	0,13 zł	CT 32-1 kΩ	2,50 zł	430 pF/160 V KSF	0,27 zł	100 μF/63 V	0,50 zł	RM 82P/24 V	9,64 zł
220 Ω/0,5 W	0,13 zł	CT 32-2,2 kΩ	2,50 zł	470 pF/160 V KSF	0,16 zł	220 μF/25 V	0,30 zł	P4088	2,20 zł
270 Ω/0,5 W	0,13 zł	CT 32-5 kΩ	2,50 zł	620 pF/25 V KSF	0,10 zł	220 μF/50 V	0,60 zł		
330 Ω/0,5 W	0,13 zł	CT 32-10 kΩ	2,50 zł	750 pF/63 V KSF	0,11 zł	470 μF/16 V	0,50 zł	Gniazda	
390 Ω/0,5 W	0,13 zł	CT 32-22 kΩ	2,50 zł	820 pF/160 V KSF	0,29 zł	470 μF/25 V	0,55 zł	BL009.1	0,18 zł
2,2 kΩ/0,5 W	0,13 zł	CT 32-47 kΩ	2,50 zł	1 nF/160 V KSF	0,36 zł	470 μF/50 V	0,65 zł	BL010.1	0,20 zł
2,7 kΩ/0,5 W	0,13 zł	CT 32-100 kΩ	2,50 zł	1,2 nF/25 V KSF	0,12 zł	1,000 μF/16 V	0,50 zł	BL013.1	0,28 zł
3,3 kΩ/0,5 W	0,13 zł	CT 32-220 kΩ	2,50 zł	1,5 nF/25 V KSF	0,16 zł	1,000 μF/25 V	0,80 zł	BL021.1	0,42 zł
4,7 kΩ/0,5 W	0,13 zł	DM 102-10 kΩ	25,00 zł	1,6 nF/63 V KSF	0,12 zł	2,200 μF/16 V	0,90 zł	PFL004.1	1,00 zł
6,8 kΩ/0,5 W	0,13 zł	WTA 2601-100 kΩ-A	1,00 zł	2 nF/25 V KSF	0,12 zł	2,200 μF/95 V	1,60 zł	JUMPER	0,06 zł
10 kΩ/0,5 W	0,13 zł			2,4 nF/160 V KSF	0,36 zł	2,200 μF/150 V	2,00 zł	BNC-50-G	4,20 zł
47 kΩ/0,5 W	0,13 zł	Potencjometry obrotowe		3 nF/63 V KSF	0,30 zł	2,200 μF/163 V	8,82 zł	GC-1	0,50 zł
120 kΩ/0,5 W	0,13 zł	1 kΩ-A	1,70 zł	3,3 nF/25 V KSF	0,12 zł	4,700 μF/40 V	3,30 zł	GC-3	1,00 zł
240 kΩ/0,5 W	0,13 zł	2,2 kΩ-A	1,70 zł	3,9 nF/160 V KSF	0,35 zł	4,700 μF/50 V	9,33 zł	GDB-9	0,90 zł
330 kΩ/0,5 W	0,13 zł	4,7 kΩ-A	1,70 zł	4,7 nF/160 V KSF	0,36 zł	4,700 μF/63 V	8,82 zł	GMJM	0,40 zł
		10 kΩ-A	1,70 zł	5,1 nF/63 V KSF	0,20 zł	Kondensatory tantalowe		GMJS	0,60 zł
		10 kΩ-B	1,70 zł	5,6 nF/63 V KSF	0,20 zł	1 μF/25 V 196D	0,50 zł	GP910	1,20 zł
		22 kΩ-A	1,70 zł	6,8 nF/160 V KSF	0,40 zł	2,2 μF/16 V 196D	0,40 zł	GPA-250V/6.3A	2,50 zł
		22 kΩ-B	1,70 zł	10 nF/63 V KSF	0,36 zł	4,7 μF/16 V 196D	1,20 zł	RA-16	2,50 zł
		47 kΩ-A	1,70 zł	12 nF/25 V KSF	0,47 zł	47 μF/16 V 196D	3,80 zł		
		47 kΩ-B	1,70 zł	Kondensatory z folii metalizowanej				Wtyki	
		100 kΩ-A	1,70 zł	3,3 nF/100 V MKSE	0,20 zł			ASL004.1	0,11 zł
		100 kΩ-B	1,70 zł	4,7 nF/100 V MKSE	0,20 zł			ASL016.2	0,40 zł
		220 kΩ-A	1,70 zł	6,8 nF/400 V MKSE	0,20 zł			ASLK004.1	0,13 zł
		470 kΩ-A	3,50 zł	10 nF/100 V MKSE	0,20 zł			ASLK009.1	0,28 zł
		1 MΩ-A	1,70 zł	10 nF/400 V MKSE	0,20 zł			ASLK010.1	0,31 zł
		2x47 kΩ-A	3,70 zł	15 nF/400 V MKSE	0,20 zł			ASLK013.1	0,41 zł
		2x47 kΩ-B	3,70 zł	22 nF/250 V MKSE	0,20 zł			ASLK021.1	0,85 zł
		2x47 kΩ-M+N	3,70 zł	22 nF/400 V MKSE	0,20 zł			WDB-9	0,90 zł
		2x100 kΩ-A	3,70 zł	33 nF/100 V MKSE	0,20 zł			WDB-25	1,80 zł
				33 nF/250 V MKSE	0,20 zł				
Potencjometry suwakowe				47 nF/100 V MKSE	0,20 zł			Bazyleczniki	
22 kΩ-B SVP	3,50 zł			47 nF/160 V MKSE	0,35 zł			Wkładki topikowe 200 mm	0,25 zł
100 kΩ-A SVP	1,90 zł			68 nF/100 V MKSE	0,20 zł			WTA250V cały szereg od wartości 63mA do 10A	
Kondensatory ceramiczne				68 nF/160 V MKSE	0,35 zł				
na napięcie 50V				100 nF/100 V MKSE	0,25 zł			Podstawki	
1pF 2,2pF 3,3pF 4,7pF 5,6pF 8,2pF 10pF				100 nF/630 V MKSE	0,35 zł			P8	0,15 zł
12pF 15pF 18pF 22pF 27pF 39pF 47pF				220 nF/100 V MKSE	0,31 zł			P14	0,20 zł
56pF 68pF 100pF 120pF 150pF 180pF 220pF 270pF				220 nF/630 V MKSE	0,60 zł			P16	0,25 zł
330pF 470pF 560pF 680pF 1nF 1,5nF 2,2nF 3,3nF				330 nF/100 V MKSE	0,34 zł			P18	0,30 zł
4,7nF 10nF 15nF 22nF 47nF				470 nF/100 V MKSE	0,36 zł			P20	0,35 zł
				680 nF/100 V MKSE	0,48 zł			P24	0,40 zł
				1 μF/100 V MKSE	0,80 zł			P28	0,45 zł
				1 μF/250 V MKSE	0,60 zł			P40	0,50 zł
				2,2 μF/100 V MKSE	1,40 zł				
na napięcie 50V				Kondensatory polipropylenowe					
68nF 100nF 6,8pF				1 nF/1500 V KFMF	1,08 zł				
				10 nF/1500 V KFMF	1,26 zł				
na napięcie 250V				Kondensatory elektrolityczne					
5,6pF 22pF 1nF				0,47 μF/50 V	0,20 zł				
				1 μF/63 V	0,30 zł				
				2,2 μF/63 V	0,20 zł				
				4,7 μF/50 V	0,20 zł				
Kondensatory siłowe									
15 pF/630 V KSF	0,24 zł								
18 pF/630 V KSF	0,24 zł								
Potencjometry montażowe									
TVP 1232-100 Ω	0,40 zł								
TVP 1232-220 Ω	0,40 zł								
TVP 1232-470 Ω	0,40 zł								

Oferta będzie uzupełniana o elementy wykorzystywane w płytkach opracowywanych w nowych arkuszach PE.

„LARO” s.c.

POTRÓJNE TRANSCEIVERY DIGITAL 942 (KF + CB + UKF)

Emisje: CW, SSB, FM, AM, RTTY, SSTV, FAX,
Packet-Radio. Zakresy: 20 kHz ÷ 31,7 MHz,
50 ÷ 60 MHz, 140 ÷ 150 MHz w jednym urządzeniu.
Moc 4 W, czułość 0,2 µV. Cena 1670 zł.

TRANSCEIVERY DIGITAL 96

Emisje: CW, SSB, RTTY, SSTV, FAX, Packet-Radio.
Pełne pokrycie 50 kHz ÷ 31 MHz. Mikroprocesorowe sterowanie,
syntezer częstotliwości, cyfrowa skala, przestrzeganie cyfrową gałką,
pamięci, wbudowany klucz elektronowy, moc 4 W, czułość 0,2 µV,
duża odporność na skrośną modulację, BK, XIT, RIT, itd. Cena 820 zł.

WYKRYWACZE WSZELKICH RADIOWYCH PODSŁUCHÓW

Mieszczą się w dłoni, lokalizują miejsce ukrycia podsłuchu, zakres pracy od fal krótkich,
aż do kilku GHz (przetestowano do 3 GHz). Absolutna prostota obsługi – jeden przycisk.
Przydatne w biznesie i nie tylko ... Cena 130 zł.

LINIOWE WZMACNIACZE 1,5 ÷ 30 MHz 50 WAT MOCY WYJŚCIOWEJ

Wszystkie rodzaje emisji,
moc sterująca 4 W.
Odporne na zwarcia
i brak obciążenia.
Układ przeciwobny
na zachodnich
tranzystorach
V – MOS
MS 1307
Cena
160
zł



Zestawy do samodzielnego montażu transceiverów DIGITAL 942, oraz DIGITAL 96.
W skład zestawu wchodzi: uruchomiony sterownik mikroprocesorowy, płytki
drukowane, komplet dokumentacji (razem z instrukcją uruchamiania), komplet cewek,
elementy nietypowe. Cena zestawów: DIGITAL 942 – 380 zł, DIGITAL 96 – 330 zł.

Informacje (gratis): V-Electronics, ul. Sucharskiego 17, 65-001 Zielona Góra tel/fax 26-67-55
Prowadzimy także sprzedaż wysyłkową za zaliczeniem pocztowym. Dla sklepów upusty.

ELEKTRONICY PŁYTKY, KITY, URUCHOMIONE URZĄDZENIA

Oscyloskop 20 MHz, generator AM/FM - PLL z
wobulatorem 200 MHz, dip-meter 200 MHz, miernik
cyfrowy I, U, R, C, zasilacz impulsowy 12 V/20 A,
radiotelefon CB, transceiver KF SSB/CW sterowanie
proporcjonalne KF, wzmacniacz UKF 100 W,
telewizja amatorska 430 MHz, wykrywacz metali
VLF z PLL, echosonda 50 m, wzmacniacz m.cz.
Hex Fet 100 W, oraz ponad 300 innych urządzeń.

OBNIZKA CEN, ZAWSZE AKTUALNE
NOWY KATALOG - KOPERTA + ZNACZEK 2 zł
PEP WROCŁAW 17 Skr. Pocz. 1625

ELDRUK

Produkcja
obwodów
drukowanych

ul. Kożuchowska 63
65-364 Zielona Góra, tel. 20-43-55

Nie wykonujemy pojedynczych egzemplarzy płytek drukowanych.

A-Z Elektronik oferuje w sprzedaży wysyłkowej Uniwersalny Mikroprocesorowy Miernik Częstotliwości do samodzielnego montażu.

Zestaw składa się z dwóch uruchomionych
płytek, wymaga wykonania połączeń
pomiędzy płytkami oraz preskalera z
obwodem wejściowym

Pomiar częstotliwości w zakresie
0,1 – 30 MHz, 30 – 1500 MHz
Pomiar z poprawką na poszczególne
częstotliwości (4 różne poprawki: 9,000;
10,700; 10,695; 21,400 MHz)

Poprawka dotycząca rodzaju emisji
(AM, FM, USB, LSB)

Dowolny wybór dokładności
pomiaru 1 Hz – 1 kHz

**Cena 115 zł
brutto**

Zamówienia oraz prośby
o bliższe informacje pro-
simy kierować pod adres:

A-Z Elektronik
ul. Elektronowa 2
65-730 ZIELONA GÓRA
Tel. (068) 269-499 w 113
Tel. (068) 261-497 w 113



SAM WYKONASZ OBWODY DRUKOWANE

Zestaw (laminat, wytrawiacz, instrukcja)

cena 4,50 zł + opłaty pocztowe.

Płatne za zaliczeniem pocztowym.

Oferuję sam laminat jedno- i dwustronny.

Chlorek żelazowy i pisaki do wykonania

obwodów drukowanych. Katalog bezpłatnie.

Pracownia Elektroniczna

skr. poczt. 344, 90-950 Łódź - 1

zawsze aktualne !

INFOELEKTRONIKA

Kompleksowe zaopatrzenie serwisów
w podzespoły elektroniczne

– trafopowielacze
– piloty VISA, GBS, HQ, KÖNIG
– półprzewodniki
– pełny program KÖNIG – ELECTRONIC

Infoelektronika tel. (0-68)
św. Cyryla i Metodziego 3 24-36-00,
65-533 Zielona Góra 26-71-03

SPRZEDAŻ WYSYŁKOWA ELEMENTÓW

Sprzedaż wysyłkowa prowadzona jest
w ścisłej współpracy z redakcją
Praktycznego Elektronika przez firmę
LARO S.C. Asortyment elementów
obejmuje wszystkie urządzenia publi-
kowane na łamach Praktycznego Ele-
ktronika. Szczegółowy wykaz elemen-
tów, wraz z cenami można znaleźć
w numerze 4/96 PE na stronach I-IV.

LARO S.C.
65-958 ZIELONA GÓRA
skr. poczt. nr 149

TRANSET

zestawy do samodzielnego montażu,
oraz zmontowane i zestrojone płytki:

- 1 profesjonalnych wykrywaczy metali
z dyskryminacją oraz PI,
- 2 przystawki zmieniającej OTV
w wielokanałowy oscyloskop,
- 3 generator funkcji 0,01 Hz ÷ 1 MHz,
- 4 radiotelefony CB,
- 5 i wiele innych zestawów.

Informator – koperta + znaczki na list polecony.
ul. Szkolna 2 - 58-550 KARPACZ

Sprzedam wobulosc, analizator widma
do 1 GHz tel. (071) 57-16-20

Kupię Lampy 6II45C do Rubina 714
tel.(071) 57-16-20

Sprzedam super wykrywacz do złota –
srebra zasięg 1 km i do 40 m w głąb ziemi.
Informacje: koperta + 3 znaczki.
Kazimierz Tukallo
ul. Katowicka 36/1, 41-710 Ruda Śląska